

Твердое электролитическое осталивание как способ восстановления изношенных деталей машин разработано в Саратовском политехническом институте под руководством профессора, доктора технических наук М. П. Мелкова. Благодаря его энергии и работам его учеников осталивание получило прописку на многих предприятиях Советского Союза, но еще не имеет того широкого распространения, которого оно заслуживает по своим технико-экономическим показателям. Одной из причин этого является безусловная недостаточность литературы по осталиванию, особенно, — чисто производственной литературы. Последнее вызвало среди производителей заблуждение, что осталивание — весьма сложный процесс как в отношении технологии, так и в части оснащения участка оборудованием.

Настоящая работа должна до некоторой степени рассеять это заблуждение, тем более, что хабаровскому заводу «Авторемлес» в содружестве с Хабаровским политехническим институтом удалось упростить технологию осталивания, которая и без того не отличалась чрезмерной сложностью.

Книга рассчитана на производителей, поэтому основное внимание в ней уделяется практической технологии и оборудованию, а теория привлекается лишь в пределах, необходимых для понимания протекающих процессов. Приведенные теоретические положения заимствованы из литературы, список которой приведен в конце, а практический материал и рекомендации, сделанные без

ссылок на источники, извлечены из непосредственного опыта работы на заводе «Авторемлес».

Ввиду того, что ремонтные предприятия, для которых оставление представляет наибольший интерес, как правило, не имеют гальванических цехов и кадров, знакомых с гальванотехникой, в книгу введен раздел, содержащий основные сведения из электрохимии. Поэтому книга до некоторой степени может послужить в качестве пособия при подготовке рабочих.

Несложность внедрения и простота технологии в сочетании с технологическими и экономическими преимуществами оставления перед другими методами восстановления номенклатуры изношенных деталей машин гарантирует ему надлежащее развитие, особенно на Дальнем Востоке, где так необходимо беречь металл.

АВТОР.

НЕОБХОДИМЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ЭЛЕКТРОХИМИИ

Вещества, растворы которых проводят электрический ток, называют **электролитами**. Примером электролита служит поваренная соль. Все соли, кислоты и щелочи являются электролитами. Вещества, растворы которых не проводят электрического тока, называют **неэлектролитами**. Примером неэлектролитов служат сахар, спирт и др. В заводской практике электролитами называют проводящие ток растворы.

Химические процессы, протекающие при пропускании электрического тока через электролиты, называют **электролизом**.

Количество вещества, растворенного в единице объема (или веса) раствора, называется **концентрацией** раствора.

Концентрация обычно выражается в граммах на литр раствора (г/л) или в процентах. Если в литре раствора содержится 10 граммов вещества, то его концентрацию записывают — 10 г/л. Под выражением 10% раствор следует понимать, что в ста граммах раствора содержится 10 граммов вещества.

Нейтральные, то есть не имеющие электрического заряда, молекулы веществ при растворении в воде распадаются на заряженные электричеством частицы, называемые **ионами**. Положительно заряженные частицы под действием электрического поля ванны движутся в сторону катода и называются **катионами**, отрицательно заряженные частицы движутся в сторону анода и называются **анионами**. Например, молекулы соляной кислоты HCl распадаются на катионы водорода H^+ и анионы хлора Cl^- .

Если в раствор соляной кислоты опустить металлические стержни или пластины, соединенные с полюсами

источника постоянного тока, то положительные ионы водорода начнут двигаться к отрицательному полюсу (минусу), а отрицательно заряженные ионы хлора будут двигаться к плюсу. Именно движением ионов и объясняется электрическая проводимость электролитов.

Проводники (обычно металлические пластины или стержни), подводящие ток к электролиту, называют **электродами**. Электрод, подключенный к положительному полюсу (плюсу) источника тока, называют **анодом**, а электрод, подключенный к отрицательному полюсу (минусу), — **катодом**.

При растворении вещества в воде может случиться, что не все его молекулы распадутся на ионы, а часть их останется нейтральной. Отношение числа молекул распавшихся на ионы к общему числу растворенных молекул называется степенью электролитической диссоциации. Степень электролитической диссоциации выражают в долях единицы (от 0 до 1) или чаще в процентах (от 0 до 100%).

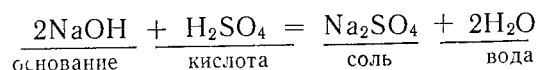
В гальванотехнике распространено применение кислот, щелочей и солей.

Вещества, в состав молекул которых входят атомы металлов, связанные с гидроксильными группами (ОН), называются **основаниями**. Растворимые в воде основания называются **щелочами**. К щелочам относятся едкий натр (каустическая сода), едкое кали и др. Лакмусовую бумажку щелочи окрашивают в синий цвет.

Вещества, в состав молекул которых входят атомы водорода, связанные с так называемыми кислотными остатками, и которые при взаимодействии с основаниями образуют соли и воду, называются **кислотами**. Слабые растворы многих кислот имеют кислый вкус. Лакмусовую бумажку растворы кислот окрашивают в красный цвет.

Вещества, в состав молекул которых входят атомы металлов, связанные с кислотными остатками, называются **солями**.

При взаимодействии оснований (щелочей) с кислотами происходит **реакция нейтрализации**, в результате которой образуются соль и вода. Примеры реакции нейтрализации:



Нейтральными растворами называют такие, в которых нет ни кислот, ни щелочей. Лакмусовая бумажка, смоченная в таких растворах, сохраняет свой фиолетовый цвет.

Вещества, изменяющие свою окраску под действием кислот или щелочей, называют **индикаторами**, а бумагу, пропитанную ими, — индикаторной бумагой и применяют ее для определения кислотности или щелочности растворов. В продаже распространены индикаторные бумаги лакмусовая, «конго» (красная), «рифан» и «универсальная». Для определения кислотности электролитов осталивания (хлористых) наиболее удобными являются «рифан» и «конго».

Кислотность раствора находится в прямой зависимости от концентрации в нем ионов водорода. Концентрацию ионов водорода в растворе определяют в граммах на литр раствора. Допустим, что концентрация ионов водорода в растворе составляет 0,000001 г/л. Эту величину можно записать так: 10^{-6} г/л. Обратный логарифм этого числа (6) называется **водородным показателем** и обозначается значком «рН». Водородный показатель чистой дистиллированной воды равен 7. Кислоты в любой концентрации имеют водородный показатель менее 7, причем, с возрастанием концентрации этот показатель убывает. Щелочи в любой концентрации имеют рН более 7, причем, чем больше этот показатель, тем большую концентрацию имеет раствор щелочи, или, как говорят, тем он крепче.

Зависимость между силой тока, напряжением и сопротивлением на любом участке электрической цепи выражается законом Ома: сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению участка цепи. Закон Ома можно записать фор-

мулой $I = \frac{V}{R}$, где I — сила тока в амперах, V — напряжение в вольтах, а R — сопротивление цепи в омах.

Катодной или анодной плотностью тока называют величину тока в амперах, приходящуюся на единицу смачиваемой поверхности (вернее — активной поверхности, так как иногда часть смоченной поверхности может быть изолированной) катода или анода. В гальванотехнике

наиболее удобно измерять плотность тока в амперах на квадратный дециметр (а/дм^2). Принято обозначать катодную и анодную плотности тока соответственно через D_k и D_a .

Молекулярным весом вещества называют сумму атомных весов всех атомов, входящих в состав его молекулы. Так, молекулярный вес воды составляет: $1 \cdot 2 + 16 = 18$.

Количество граммов вещества, численно равное его молекулярному весу, называется грамм-молекулой, или молем.

Эквивалентный вес элемента равен его атомному весу, деленному на его валентность.

Число граммов вещества, равное его эквивалентному весу, называют грамм-эквивалентом.

Для кислот грамм-эквивалент равен грамм-молекуле, деленной на число водородных атомов в ее молекуле. Так, грамм-эквивалент серной кислоты (H_2SO_4) равен

$$\frac{1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4}{2} = 49 \text{ г. Для щелочей (оснований) грамм-}$$

эквивалент равен грамм-молекуле основания, деленной на валентность металла. Так, грамм-эквивалент едкого

натра (NaOH) равен $\frac{23 + 16 + 1}{1} = 40 \text{ г. Для солей грамм-}$

эквивалент так же равен грамм-молекуле соли, деленной на валентность ее металла.

Равные количества грамм-эквивалентов любой кислоты и любого основания, вступая в реакцию, нейтрализуются полностью и без остатка.

Электрохимические реакции подчиняются законам, открытым Фарадеем.

Первый закон Фарадея устанавливает, что количество выделившегося при электролизе вещества прямо пропорционально количеству электричества, пропущенному через электролит (прямо пропорционально силе тока и времени его действия).

Второй закон Фарадея устанавливает, что при пропускании равных количеств постоянного тока через любой электролит количества выделившихся на электродах веществ пропорциональны их эквивалентным весам.

Из законов Фарадея следует, что для выделения на

катоде одного грамм-эквивалента любого вещества, необходимо затратить 26,8 ампер-часа тока. Следовательно, затратив 1 ампер-час электроэнергии, мы получим

$$\frac{1 \text{ грамм-эквивалент}}{26,8} \text{ г вещества. Эта величина называется}$$

электрохимическим эквивалентом вещества. Электрохимический эквивалент двухвалентного железа, которое содержится в хлористых электролитах осталивания, равен 1,04 г/а-ч. Следовательно, затратив один ампер-час электроэнергии, мы должны получить на катоде 1,04 г железа. На практике мы получим его несколько меньше, так как часть энергии будет затрачена на побочные процессы, например, на выделение водорода и восстановление трехвалентного железа в двухвалентное.

Отношение количества фактически выделенного на катоде вещества к количеству его, которое должно было получиться теоретически по закону Фарадея, называют **выходом по току**. Выход по току выражают в процентах. Железо обладает значительным выходом по току, который колеблется в пределах 86—98%. Высокий выход по току и достаточно большое значение электрохимического эквивалента (для хрома, например, эти величины составляют 15% и 0,323) определяют экономическую целесообразность осталивания.

Рассеивающей способностью электролита называют его способность давать равномерные по толщине осадки на всей поверхности катода. Чем больше рассеивающая способность электролита, тем равномернее толщина осадка. **Кроющей способностью** электролита называют его способность осаждать покрытия на деталях сложной конфигурации. Чем лучше кроющая способность электролита, тем лучше покрываются углубления и удаленные от анода участки.

Хлористые электролиты осталивания имеют хорошие рассеивающую и кроющую способности.

Для уменьшения неравномерности осадков используют несколько способов. Например, у кромок выступов детали применяют дополнительные катоды, назначение которых — принять на себя излишки энергии поля и тем самым снизить толщину осадка у кромок. Применяют также диэлектрические экраны, фасонные аноды.

Твердым осталиванием назван способ получения электролитического железа из горячих хлористых электролитов. Твердость покрытия в некоторых случаях превосходит твердость закаленных сталей.

Большой диапазон получаемой твердости (практически от 150 до 610 кг/мм²), высокая износостойчивость, возможность при необходимости цементировать и легировать полученные осадки, высокая производительность и ряд других преимуществ, безусловно, приведут к широкому распространению метода в машиностроении и особенно в ремонтном деле.

Осталивание является одним из немногих рациональных способов восстановления чугунных деталей. Весьма экономично осталивание стальных деталей, работающих в условиях неподвижных и малоподвижных сопряжений. Износы этих деталей, как правило, невелики, измеряются сотыми долями миллиметра, и восстановление осталиванием может быть осуществлено в размер, то есть до размеров, указанных в чертеже детали, и механической обработки не требуется. Такие детали до сих пор кое-где восстанавливают хромированием, но хромирование значительно дороже, так как скорость осаждения хрома в 15—20 раз ниже, а специфические свойства хрома в этом случае используются лишь частично.

Восстановление деталей, работающих в условиях подвижных посадок, производится в большинстве случаев либо перешлифовкой на ремонтные размеры, либо — наращиванием больших слоев металла различными способами наплавки. Это приводит к сокращению срока службы деталей, к повышенному расходу металла и энергии и часто уничтожает результаты термообработки. Большая номенклатура таких деталей может быть восстановлена осталиванием более экономично и без снижения качеств, полученных термообработкой.

В автомашинах и тракторах можно подобрать от 15 до 40 деталей, восстановление которых осталиванием во всех отношениях выгоднее любого другого способа восстановления. Осталиванием можно восстанавливать чугунные гильзы и цилиндры двигателей, насосов и компрессоров, цилиндры и штоки различного рода гидроприводов, шейки валов и шестерен, клапана, толкатели,

поршни, посадочные места подшипников качения, шпиндели и пиноли и многое другое.

Осталиванием можно наращивать детали весом от нескольких граммов до сотен килограммов и размером от нескольких сантиметров до весьма значительных. Так, на заводе «Авторемлес» восстановили вал крупного крана-перегрузателя, диаметр которого был около 200 мм, а длина около двух метров.

Способность электролитического железа, полученного при мягких режимах электролиза, воспринимать цементацию позволяет применять осталивание поверхностей, работающих под тяжелой контактной нагрузкой, например, оси и валы, работающие по роликам и иглам. Улучшить качество электролитического железа, когда это необходимо, можно так же легированием его никелем, что не представляет особенных технических затруднений. Получение цементованных и легированных покрытий, безусловно, удорожает работу, но зато дает возможность получить такие детали, работоспособность которых не уступает работоспособности новых, изготовленных из дорогих легированных сталей, а в ряде случаев и превосходит ее.

Осталиванию поддаются стали, чугуны, медь и ее сплавы.

Таким образом, осталивание имеет весьма обширные области применения, которые ограничиваются лишь сравнительно небольшой толщиной покрытия, так как в условиях производства при мало- и среднеконцентрированных электролитах трудно получить слой более 0,6 мм за цикл, да невозможностью наращивать фасонные поверхности, то есть шлицы, зубья и т. д.

ХЛОРИСТЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ ДЛЯ ОСТАЛИВАНИЯ

В гальванотехнике для получения осадков железа применяются хлористые и сернокислые электролиты, причем обе группы делятся на холодные и горячие. Ввиду того, что горячие хлористые электролиты дают такие осадки, качество и скорость осаждения которых наиболее пригодны в ремонтном деле, мы рассмотрим только эти электролиты.

Горячие хлористые электролиты содержат хлористое железо ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) от 200 до 680 г/л и соляную кисло-

ту (HCl) в количестве 0,6—5,0 г/л. Работают эти электролиты в зависимости от концентрации хлористого железа при температурах от 90 до 40°C, причем, чем больше железа и свободной соляной кислоты в электролите, тем при более низкой температуре он способен работать. В литературе можно найти указания о применении хлористых электролитов с добавками натрия, кальция или магния, вернее — их хлористых солей, но практика показывает, что такие добавки ухудшают работоспособность электролита, поэтому теперь они не применяются. Но добавка хлористого никеля вполне оправдала себя и находит применение в промышленности. Таким образом, различают простые хлористые электролиты и электролиты с добавками.

В общем случае электролиты оставливания делятся на малоконцентрированные с содержанием хлористого железа 200—220 г/л, среднеконцентрированные — 350—450 г/л и высококонцентрированные — 600—680 г/л.

Процесс электролиза в этих электролитах протекает с применением анодов из малоуглеродистой стали, которые постепенно растворяются, компенсируя расход ионов железа в электролите, так как при растворении анодов протекают реакции травления железа, главная из которых $F - 2e \rightarrow Fe^{2+}$.

Простые хлористые электролиты обеспечивают получение высокопрочных мелкозернистых осадков с большой производительностью — до 0,4—0,5 мм в час на сторону. Толщина осадков при весьма чистом электролите и при высоком классе чистоты поверхности образца может достигнуть 0,8 мм и даже больше за один цикл электролиза. Дальнейшему росту толщины покрытия препятствует возникновение бугорков первоначально округлой формы, на которых благодаря концентрации на них силового поля возникают впоследствии ветвистые наросты, называемые дендритами. Для получения более толстых слоев покрытия приходится прерывать электролиз с момента появления бугристости, выравнивать деталь шлифованием, а затем оставливать вторично. Снижение класса чистоты поверхности детали и загрязнение электролита шламом от растворившихся анодов, который в основном состоит из графита и серы, заметно снижает полезную толщину покрытия, так как бугристость в этом случае появляется раньше.

Для борьбы с этим вредным явлением принимают меры как по предохранению электролита от загрязнения, так и по удалению из него осадков со дна ванны и взвесей. Для предохранения электролита от загрязнений аноды изготавливают из малоуглеродистой стали марок СТ-2, СТ-10 или СТ-20 и помещают их в мешки из стеклоткани. Обычно для изготовления мешков употребляют стеклоткань из щелочного стекла, так как бесщелочные стеклоткани нестойки против соляной кислоты. После изготовления мешков их следует прокипятить в воде не менее двух часов, в противном случае электролит некоторое время будет пениться и давать рыхлые и непрочные осадки. Для удаления взвесей из электролита применяют фильтронасосные установки или ручное фильтрование и, в зависимости от чистоты электролита, раз или два в месяц, а при многосменной работе ванны — чаще, ванну следует освобождать от электролита и промывать от осадка шлама на дне.

При электролизе оставливания между катодным и анодным выходами железа по току, как правило, наблюдается неравенство. Чем меньше концентрация хлористого железа и чем меньше плотность тока, тем больше преобладает анодный выход железа по току. Поэтому в малоконцентрированных электролитах содержание хлористого железа постепенно возрастает. В высококонцентрированных электролитах, наоборот, скорость растворения анодов отстает от скорости осаждения железа на катоде, почему концентрация хлористого железа в них постепенно снижается. В электролитах средних концентраций (340—390 г/л) скорости растворения анодов и осаждения железа на катоде приблизительно равны, поэтому концентрация их устойчива и не требует корректирования. На практике это обстоятельство представляет несомненные удобства, значительно упрощая эксплуатацию ванны.

Влияние условий электролиза на свойства осадка. Получение осадков электролитического железа в хлористых электролитах допускает широкие изменения условий электролиза по содержанию в электролите хлористого железа от 200 до 680 г/л, по плотности тока — от 5 до 60 а/дм², по температуре электролита от 40 до 90°C и, наконец, по кислотности электролита — от 0,6 до 5,0 г/л HCl.

В зависимости от условий электролиза изменяются и

свойства получаемого осадка — его твердость и связанные с ней такие свойства, как хрупкость, трещиноватость, износостойкость при трении и влияние осажденного слоя на усталостную прочность остального образца. Твердость осадка изменяется при этом в широких пределах от 120 до 610 кГ/мм².

Исследованиями проф. М. П. Мелкова, его учеников и некоторых других авторов (В. А. Шадрин, Д. Г. Точильников) установлено, что с повышением твердости осадка увеличиваются его хрупкость, трещиноватость, которая развивается в связи с наличием в осажденном слое растягивающих напряжений, как это имеет место и в осадках хрома, увеличивается износостойкость при сухом и абразивном трении и при трении в коррозионных условиях, а его влияние на усталостную прочность деталей, работающих при знакопеременных нагрузках, снижается. Наиболее износостойкие покрытия имеют твердость 450—550 кГ/мм² (HRC 45—55).

Поскольку мы коснулись таких важных свойств электролитического железа, как его износостойкость и влияние на усталостную прочность деталей, следует сказать, что его износостойкость при трении очень высока и конкурирует с износостойкостью некоторых закаленных сталей, а снижение усталостной прочности деталей при знакопеременных нагрузках хотя и имеет место, но запас прочности автотракторных деталей достаточно велик, и это обстоятельство не может стать препятствием к применению оставления. Практика полностью подтвердила этот вывод.

Основное свойство электролитического железа — его твердость — возрастает с повышением плотности тока и с понижением температуры электролита. Повышая плотность тока и понижая температуру электролита, повышают, как принято говорить, жесткость режима электролиза. Концентрация хлористого железа в электролите также заметно влияет на твердость осадка, причем при повышении концентрации твердость осадка снижается. Кислотность электролита в пределах 0,6—5,0 г/л HCl существенного влияния на твердость осадка не оказывает. Наиболее наглядно влияние условий электролиза выражено в графиках проф. М. П. Мелкова (см. рис. 1).

Выбор условий электролиза в производственных условиях. Выбрать условия электролиза означает выбрать

концентрацию электролита по хлористому железу, его температуру и кислотность. Следует учитывать, что оператор привыкает к полученной ванне, и менять состав ванны не рекомендуется. Плотность тока выбирается при каждом новом наименовании остаиваемых деталей и даже, как увидим далее, меняется в процессе электролиза.

Выбор типа электролита. Выбор типа электролита, то есть его концентрации по хлористому железу, зависит не только от качества осадка, который требуется получить, но и от удобства его эксплуатации и стоимости содержания, так как каждый электролит допускает достаточно широкий диапазон твердости получаемых осадков.

Малоконцентрированный электролит с содержанием 200 г/л хлористого железа позволяет получать гладкие осадки твердостью до 600 кГ/мм² при температуре 70—80°C. Дальнейшее снижение температуры ведет к недо-

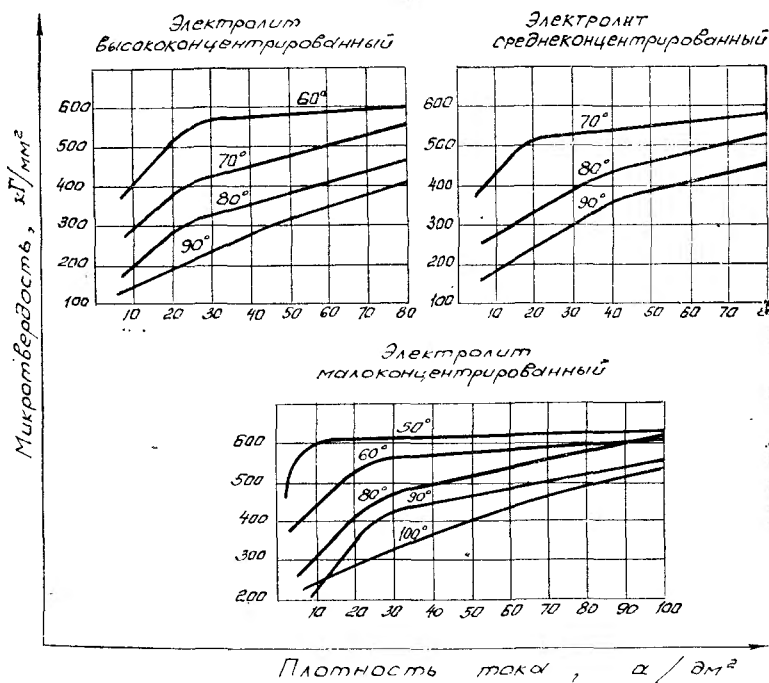


Рис. 1

пустимому повышению хрупкости и напряженности осадка, и работа ванны становится неустойчивой. В процессе работы в электролите повышается концентрация хлористого железа, и возникает необходимость его корректирования.

Высококонцентрированный электролит с содержанием хлористого железа 680 г/л дает возможность получать осадок твердостью не более 500 кГ/мм², но может работать при температуре 40°C. Осадки при этой температуре получаются шероховатыми, что снижает их полезную толщину. При высоких температурах (95—105°) и низких плотностях тока (от 5 до 20 а/дм²) этот электролит дает плотные, гладкие и пластичные осадки толщиной до 2 мм, поэтому он может быть рекомендован для получения толстых, но мягких осадков, твердость которых не превышает 200 кГ/мм². Однако эксплуатация такого тяжелого электролита связана с определенными трудностями, так как он расслаивается по удельному весу, вязкость его с понижением температуры заметно возрастает, что приводит к повышению уноса его с извлекаемыми деталями, а концентрация его при работе непрерывно падает и требует частых корректировок. При работе с сильно нагретым электролитом возрастают теплотери, что сказывается на стоимости работы и ведет к заботам о поддержании температуры на избранном уровне.

Депо Лихоборье в Москве работает на электролите с содержанием хлористого железа 500 г/л при температуре 40°. При такой концентрации отрицательные качества высококонцентрированных электролитов несколько сглаживаются, но не устраняются полностью.

Электролиты средних концентраций по своим показателям являются наиболее удобными в эксплуатации. Они дают возможность получать гладкие высокопрочные осадки твердостью до 550 кГ/мм², толщиной до 0,8 мм, а при дополнительных мерах толщина может быть доведена до миллиметра. Эти электролиты могут работать при температуре 60°C и не имеют отрицательных качеств, присущих тяжелым электролитам. Концентрация их устойчива, так как катодный и анодный выходы по току у этих электролитов близки, поэтому корректировок не требуется.

Пятый Московский авторемонтный завод работает на электролите с концентрацией 240—300 г/л хлористого

железа при температуре 65—70°. Завод «Авторемлес» в Хабаровске работает на электролите концентрацией 340—390 г/л при температуре 60°. Именно эта концентрация оказалась наиболее устойчивой в производственных условиях.

Возможность снижения температуры до 60°, которую дают электролиты средних концентраций, позволяет значительно удешевить стоимость работы, а так же создает более благоприятные условия труда. Об этом убедительно говорит опыт завода «Авторемлес» в Хабаровске.

Сначала там применялся электролит с содержанием железа 200 г/л при температуре 80°. Нагрев ванны при помощи сварочного трансформатора в 30 ква занимал около 2,5 часа, а после выходных дней, когда ванна остывала, больше — до 3,5 часа. Когда ванна нагревалась, приходилось постоянно использовать приточную и вытяжную вентиляцию. С переходом на электролит средней концентрации время на нагрев ванны сократилось до 35—40 минут. Разница между теплотериями и количеством испарений легкого и среднего электролитов очень значительна и говорит в пользу электролита средней концентрации. Одновременно было замечено некоторое снижение расхода соляной кислоты, связанное, вероятно, с уменьшением испарений.

Таким образом, производственный опыт дает возможность рекомендовать применение электролита средней концентрации с содержанием хлористого железа 340—390 г/л при температуре 60°C. Концентрация эта установится через небольшое время автоматически, если любой электролит эксплуатировать без корректировок его плотности.

В случае необходимости получения вязких осадков небольшой твердости достаточно нагреть этот электролит до 80—90° и вести электролиз при пониженной плотности тока.

Выбор кислотности электролита. При выборе кислотности электролита следует помнить о том, что во время электролиза кислота непрерывно расходуется, поэтому кислотность электролита постоянно снижается. Кислотность снижается также в результате испарения и уноса электролита с выгружаемыми из ванны деталями, что особенно заметно при высококонцентрированных электролитах, вязкость которых сравнительно велика. Поэтому

му необходимо заботиться о сохранении выбранной кислотности, особенно о том, чтобы кислотность не упала ниже некоторого предела. В противном случае происходит зашлачивание прикатодного слоя электролита, в результате чего падает качество осадка и, что особенно важно, понижается прочность сцепления осадка с деталью, то есть получается брак. В литературе иногда встречаются рекомендации применять электролиты с содержанием 0,6—0,8 г/л HCl. Однако в цеховых условиях производственников, опасаясь брака, вынуждены вести электролиз при повышенной кислотности. Пятый Московский авторемонтный завод и депо Лихоборье поддерживают кислотность на уровне 4,5 и даже 6 г/л HCl. При такой кислотности водородный показатель pH меньше единицы.

Завод «Авторемлес» пытался первое время работать на кислотности 0,8 г/л HCl, но обилие брака вынудило повысить кислотность до 3—4 г/л HCl, при которой работает по сей день. Повышение кислотности до такого уровня не дает сколько-нибудь заметных недостатков, которых обычно опасаются. Качество осадка не падает, а, наоборот, повышается, а выход железа по току, если и снижается, то незначительно, что практического значения не имеет.

Н. Т. Кудрявцев нашел, что кислотность электролита следует повышать с увеличением концентрации хлористого железа, с понижением температуры электролита и с повышением плотности тока.

На катоде по существу протекают одновременно по крайней мере два процесса:

1. $\text{Fe}^{++} + 2e \rightarrow \text{Fe}$, то есть осаждение железа.
2. $2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2$, то есть выделение водорода.

Водород выделяется в виде газа. При недостатке ионов водорода, то есть при недостаточной кислотности, ион гидроксила образует гидроокись железа $\text{Fe}^{++} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$, которая частично включается в осадок и снижает его прочность.

Расход кислоты при электролизе не так уж мал, как это кажется с первого взгляда. Опытным путем установлено, что расход этот пропорционален количеству ампер-часов тока, пропущенного через электролит, и составляет 0,2—0,22 г на 1 ампер-час. Расход этот может быть подсчитан по формуле:

$$X = \frac{100 K}{A} T,$$

где $K=0,22$;

T — количество ампер-часов пропущенного тока;

A — процентное содержание HCl в кислоте.

Например, для подкисления электролита технической соляной кислотой плотностью 1,14 необходимо затратить следующее количество кислоты на каждый ампер-час пропущенного через электролит тока (X_1).

$$X_1 = \frac{100 \cdot 0,22}{27,66} = 0,8 \text{ г.}$$

Допустим, что электролиз продолжается один час при силе тока 500 ампер. Расход кислоты в таком случае составит $500 \cdot 0,8 = 400$ г технической соляной кислоты. При емкости ванны, например, 800 литров удельный расход кислоты составит $400 : 800 = 0,5$ г/л технической соляной кислоты. Этот пример наглядно показывает, что при небольшой кислотности электролита при электролизе может произойти такое снижение ее, что наступит зашлачивание прикатодного слоя, включение в осадок гидроксиды железа и в результате — брак.

Кислотность 3—4 г/л HCl создает некоторый запас кислоты, предупреждающий это явление и позволяющий достаточно долго не пополнять содержание кислоты во время электролиза.

Таким образом, приходится рекомендовать кислотность в пределах 3—4, но не более 5 г/л HCl. Превышение этой цифры ведет не только к снижению выхода железа по току, но и к ухудшению качества осадка.

Электролит рекомендованной кислотности окрашивает бумагу «Конго» в ярко-синий с голубоватым оттенком цвет, а его водородный показатель pH меньше единицы. Поэтому при пользовании бумагой «Рифан» следует покупать бумагу со значениями pH от 2,2 до 0,3. Определять кислотность следует при помощи индикаторной бумаги при недостатке опыта 3—4 раза в смену, а когда появится опыт, окажется, что бумажка потребует только раз в неделю после выходных дней или после других перерывов в работе продолжительностью не меньше двух дней.

Выбор плотности тока. Начальную плотность тока

при осталивании стальных и чугунных деталей задают в пределах 3—5 а/дм², так как при этом значении плотности тока можно получить наиболее прочное сцепление осадка с основой. При понижении начальной плотности тока менее 3 а/дм² химическое растравливание может преобладать над процессом осаждения железа, особенно в условиях рекомендованной повышенной кислотности, а это приведет к отслаиванию осадка. Начальная плотность тока, превышающая 5 а/дм², иногда может приносить вполне удовлетворительные и даже хорошие результаты, особенно при нанесении слоя в несколько сотых долей миллиметра. Но установить это можно лишь осталиванием опытных образцов, когда у оператора накопился достаточный навык. При начальной плотности тока детали выдерживают в течение 4—5 минут, а затем последовательно повышают ее до 10, 20 и 40 а/дм² с выдержками, соответственно, в 3, 2 и 1 минуту. Таким образом, все время вывода на режим, или, как говорят, время разгона, составит 10—15 минут. Сокращать время разгона при работе с припуском на механическую обработку не следует. Но при работе в размер, когда оператор приобрел достаточный опыт, когда приходится получать очень тонкие слои осадка, такой длительный разгон оказывается необходимым, так как часто за время разгона нарастает требуемая толщина осажденного слоя.

Окончательную или рабочую плотность тока определяют, во-первых, исходя из требуемой твердости слоя, во-вторых, — стремлением сократить время электролиза. Ведь при более высоких плотностях тока скорость осаждения железа больше, а получение более твердых осадков (450—550 кг/мм²), как правило, только улучшает их качество. Поэтому электролиз ведут при рабочей плотности тока в 40 или 50 а/дм². В большинстве случаев приходится работать на 40 а/дм², так как дальнейшее повышение плотности тока приводит к ранней бугристости, которая сокращает полезную толщину осадка, а также вынуждает слишком близко сдвигать катоды с анодами, что может вредно отразиться на равномерности толщины осаждаемого слоя.

При работе в размер, когда электролиз длится считанные минуты, а твердость требуется, как правило, небольшая, нет необходимости работать на больших плот-

ностях и очень удобно работать на плотности 30 а/дм². При этой плотности тока скорость осаждения железа равна 0,01 мм на диаметр в минуту, поэтому продолжительность электролиза в минутах численно равна износу диаметра в сотых долях миллиметра.

В тех случаях, когда требуется получение мягких осадков, например, при осталивании деталей, у которых необходимая твердость достигается последующей цементацией, плотность тока выбирается в 15 а/дм².

Выбор температуры электролита. Температура электролита, как отмечалось выше, влияет на твердость осадка, на стоимость работы и на условия труда, так как чем выше температура, тем больше теплотери ванны и испарения. Это вынуждает стремиться к предельному снижению температуры электролита и повышать ее только в тех случаях, когда это требуется для снижения твердости осадка.

Минимальными температурами для разных типов электролитов из опытных данных следует считать: для малоконцентрированных электролитов 70°C, для средних 60°C и для высококонцентрированных 40°C. Следует отметить, что все электролиты могут хорошо работать и при высоких температурах. Встречающиеся в литературе по осталиванию указания о необходимости строго выдерживать температурный режим ванны следует понимать, как предупреждение о нежелательности изменения температуры электролита во время самого электролиза, так как изменение температуры, как и любое другое изменение режима электролиза приводит к неоднородности осадка.

Приготовление электролита осталивания. Исходными материалами для приготовления электролита осталивания являются соляная кислота (раствор газа HCl в воде), стальная стружка и вода. Соляная кислота выпускается промышленностью в бутылках в виде водного раствора различной концентрации и удельного веса. Удельный вес колеблется от 1,14 до 1,20. Содержание HCl в этих растворах меняется от 27,66 (техническая кислота) до 39,11%. Обычно применяется техническая кислота, но за неимением ее на складах может применяться и химически чистая, выпускаемая с удельным весом 1,16—1,20. Химически чистая кислота, разумеется, дороже.

Перед приготовлением электролита следует убедиться в том, что кислота качественная, и замерить ареометром ее плотность, то есть определить удельный вес. Кислота должна быть прозрачной, желто-зеленого цвета, напоминающего цвет лимонада. Бутыли, содержащие кислоту коричневого цвета и с пониженной прозрачностью, следует забраковывать и для целей осталивания не допускать.

Стальную стружку следует приготовить из малоуглеродистой стали марок Ст-2, Ст-20 или Ст-10, причем при резании не следует применять эмульсии. Брать стружку из отходов механических цехов нельзя, так как может попасть стружка из легированных сталей, которую для приготовления электролита не употребляют во избежание порчи его.

Воду можно брать из водопровода и, следует сказать, что практика завода «Авторемлес», употребляющего водопроводную воду с повышенным содержанием железа, показала, что ничего страшного от этого не случается.

Расход материалов для приготовления электролита можно определить по формулам:

$$X_k = \frac{36,7 \cdot K \cdot B}{1000 \cdot A} \text{ кг,}$$

расход стружки:

$$X_{ж} = \frac{0,281 \cdot K \cdot B}{1000} \text{ кг,}$$

где K — концентрация электролита в г/л;

A — процентное содержание HCl в кислоте;

B — объем ванны в литрах.

K полученному по этим формулам количеству кислоты и стружки следует добавить не менее 20% того и другого, так как при травлении стружки часть материалов теряется. Расчет количества потребных материалов удобно вести по табл. 1.

Таблица дает количество материалов в граммах на литр раствора без учета потерь на травление.

Технология приготовления электролита состоит в следующем.

1. Приготовленную из малоуглеродистой стали стружку (нарезанную на станке, с которого было тща-

Концентрация хлорист. железа (г/л)	Требуется граммов на литр							
	стальной стружки	соляной кислоты плотностью						
		1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20
		содержание HCl в кислоте (в процентах)						
		27,66	29,57	31,52	33,46	35,39	37,23	39,11
200	56,2	266	248	232	220	208	196	188
300	84,3	399	372	348	330	312	294	282
400	112,4	530	496	464	440	416	392	376
500	140,5	665	620	580	550	520	490	470
600	168,6	795	744	696	660	624	588	564

тельно удалено масло, чтобы не обезжиривать готовую стружку перед травлением) отвешивают в количестве не менее чем на 20% превышающем расчетное и помещают в чистую тару или просто складывают на чистый пол. Если при резании стружки не было принято мер против загрязнения ее маслом, то желательнее обезжирить ее в каустической соде, а затем промыть очень тщательно в горячей, а затем в холодной воде.

2. В кислотостойкую емкость, например, в ванну осталивания, заливают соляную кислоту также в количестве на 20% превышающем расчетное и добавляют в нее воду в объеме 50% от объема залитой кислоты. Замерить объем добавляемой воды можно с помощью деревянной рейки. Важно, чтобы полученный раствор заполнил ванну не более $\frac{2}{3}$ ее объема: при травлении стружки процесс протекает довольно бурно и, если ванну наполнить больше чем на $\frac{2}{3}$ ее глубины, раствор будет выплескиваться.

3. Включить подогрев и подогреть раствор до 30—35°. Перегревать раствор не следует, так как стружка травится с выделением тепла.

4. Включить вентиляцию и загружать стружку в ванну в 3—4 приема, закладывая очередную порцию после того как реакция травления начнет заметно ослабевать. Первую порцию стружки можно взять раза в полтора больше последующих. Травление стружки следует начинать с утра, потому что оно займет более восьми часов. Заложив в ванну последнюю порцию стружки, можно оставить ванну до утра и, уходя, выключить вентиля-

цию, по открыть форточку, окна или двери, приняв меры к тому, чтобы в помещение не попали случайные люди, так как при травлении стружки в довольно значительном количестве выделяется водород и возможно образование гремучего газа.

Утром реакция травления будет закончена, что определяется резким уменьшением или почти полным прекращением выделения пузырьков водорода.

После окончания травления в ванне должен быть остаток стружки, а кислота должна быть полностью израсходована, индикаторная бумажка должна зафиксировать нулевое содержание кислоты.

5. Перекачать полученный электролит в отстойный бак или какую-либо другую емкость, например, — в ванны промывки (не следует смущаться тем, что ванны эти не имеют кислотостойкой футеровки) и дать ему отстояться до следующего дня. Перекачав, добавить в него соляную кислоту из расчета 0,2—0,3 г/л HCl . Ванну, в которой травили стружку, освободить от остатков травления и хорошо промыть.

6. Отстоявшийся электролит перекачать в ванну осталивания, пропуская его через фильтр. При перекачке следует внимательно следить, чтобы нижние слои электролита не перемешивались с чистыми верхними слоями. Загрязненные остатки электролита следует фильтровать не в ванну осталивания, а в какую-либо запасную посуду (кроме оцинкованной), так как они содержат большое количество шлама и за один раз хорошо профильтровать их невозможно.

7. Профильтровав весь электролит, разбавляют его водой до метки, которая намечается на стенке ванны из такого расчета, чтобы при загрузке наиболее емких навесок уровень электролита в ванне находился на 50—60 мм ниже верхней кромки кислотостойкой футеровки. Это делается для предотвращения заплескивания электролита за кромку футеровки, когда в нем возникают волны при загрузке или выгрузке деталей.

8. Разбавленный электролит проверяется на плотность ареометром. В случае необходимости производится корректировка содержания хлористого железа. Если содержание железа выше заданного, в электролит добавляют воду, а если содержание железа недостаточно, — дополнительно травят стружку или прорабаты-

вают электролит током. О корректировке содержания хлористого железа подробнее будет сказано ниже.

9. Кислотность электролита доводится до нормы путем добавления небольших порций кислоты, контролируя ее содержание индикаторной бумагой «Конго» или «Рифан».

10. Приготовленный электролит прорабатывают током, используя в качестве катодов стальные стержни. Свежеприготовленный электролит, полностью соответствующий по железу и кислоте выбранным параметрам, не даст удовлетворительных осадков. По опыту завода «Авторемлес» (ванна емкостью 800 литров) электролит начинает хорошо работать только после проработки его током в количестве 6000 ампер-часов, что достигалось за 12 часов работы током силой 500 а. После такой проработки электролит будет готов к промышленной эксплуатации.

Здесь следует отметить, что, чем дольше работает электролит, тем устойчивее его работа. Существуют предположения, что это явление объясняется установлением оптимального соотношения между ионами двухвалентного и трехвалентного железа. Для практиков важно, что со старением электролит не имеет никаких признаков ухудшения и, если его не испортить каким-либо вредным веществом, он будет работать неопределенно долгое время. Поэтому при первых признаках течи ванны следует позаботиться о сохранении электролита, чтобы не нести расходов по приготовлению и доводке нового.

Электролит следует прорабатывать током во всех случаях длительного простоя ванны, например, после выходных и праздничных дней. В этом случае достаточно проработать его в течение 1—2 часов. Такую еженедельную проработку электролита можно проводить при нормальной кислотности и нормальном соотношении активных поверхностей катодов и анодов (1:2).

Контроль и корректировка содержания железа в электролите. При промышленной эксплуатации простых хлористых электролитов содержание в них хлористого железа вполне допустимо контролировать при помощи обыкновенного ареометра. Изменение плотности электролита на 0,01 соответствует изменению в нем концентрации $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ на 17—18 г/л. Ареометр и таблица плотности электролитов с совершенно достаточной точ-

ностью позволяют определить концентрацию хлористого железа при минимальных затратах времени, так как содержание в электролите кислоты почти не отражается на его плотности. Следует только помнить, что это относится к простым, то есть без добавок, электролитам. Содержание железа и добавок в электролитах с добавками можно определить только химанализом.

Таблица 2

Таблица плотности простых хлористых электролитов в зависимости от содержания в них хлористого железа при температуре 15,5°C

Плотность электролита	Содержание $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, г/л	Плотность электролита	Содержание $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, г/л
1,11	194	1,31	533
1,12	212	1,32	550
1,13	230	1,33	567
1,14	247	1,34	583
1,15	264	1,35	600
1,16	282	1,36	617
1,17	300	1,37	634
1,18	316	1,38	650
1,19	332	1,39	668
1,20	348	1,40	686

Если концентрация приготовленного электролита, определенная при помощи ареометра и этой таблицы, отличается от заданной, электролит корректируют. Для снижения концентрации, что на практике бывает редко, следует отбавить электролит в запасную емкость, например в бутылку, а ванну дополнить водой. Для повышения концентрации железа электролит прорабатывают током при повышенной кислотности (до 8—10 г/л HCl) и при повышенном отношении площади анодов к площади катодов, которое доводят до 6:1, 8:1 и даже до 10:1.

Этот метод позволяет откорректировать содержание железа и одновременно проработать электролит током. Поэтому именно этот метод корректировки и должен быть рекомендован.

Пополнение электролита железом можно делать и дополнительным травлением стружки либо прямо в нагре-

той ванне осталивания, помещая стружку в мешок из стеклоткани либо в какой-нибудь другой емкости. Расход кислоты для дополнительного травления стружки составит 21 г/л соляной кислоты удельного веса 1,14 на каждую 0,01 отклонения плотности от заданной. Это количество кислоты и следует залить для травления в емкость или добавить сверх нормы в ванну осталивания. Во избежание загрязнения электролита травильным шламом дополнительное травление стружки рекомендуется вести в отдельной емкости, а полученный электролит перед заливкой в ванну фильтровать.

Вещества, вызывающие порчу электролитов осталивания. Чистота электролитов при гальванических процессах является необходимым условием успешной работы, поэтому нужно внимательно следить за тем, чтобы в ванны не попадали посторонние предметы и вещества. Особенно большое значение имеет чистота электролита осталивания, но вопрос этот в литературе не освещен. Между тем порча электролита осталивания обходится производству довольно дорого благодаря значительным затратам времени на его приготовление и доводку до рабочего состояния. Поэтому, не вдаваясь в теорию, приведем некоторые практические наблюдения, которые помогут сохранить электролиты в рабочем состоянии.

Для приготовления электролитов осталивания нельзя применять кислоту, содержащую ингибиторы (замедлители коррозии). Обычно соляная кислота, содержащая ингибиторы, имеет бурый или красный цвет, а кислота без ингибиторов — желтый или бесцветна. Ингибированные кислоты нельзя также использовать для поддержания кислотности в ванне осталивания.

После переливания электролита осталивания из одной емкости в другую с помощью оцинкованных ведер электролит оказался испорченным, таким образом, установлено, что цинк вреден. Ванна осталивания перестала работать после того, как в ней был разбит ртутный термометр. Установлено, что ртуть вредна. Контакты нагревательных электродов, расположенные над зеркалом ванны, перегрелись и распаялись, причем в ванну попало несколько капель припоя — третника. Ванна немедленно отказала. Установлено, что третник (сплав олова со свинцом) вреден. После нагревания ванны осталивания острым паром (ванна получала пар в течение 20 минут) она

перестала работать. Пароснабжение централизованное, от ТЭЦ. В этом случае следует предположить, что вредным веществом является антинакипин или другой препарат того же назначения.

Во всех этих случаях, за исключением последнего, попытки выправить электролит путем проработки его током положительного результата не дали. Ванну, испорченную острым паром (антинакипином), удалось исправить, проработав ее током в течение 16 часов при объемной плотности тока около 0,6 а/литр.

Таким образом, следует принимать меры к тому, чтобы никакие посторонние вещества и особенно цветные металлы в ванну осталивания не попадали, а медь и бронзу допускать только в качестве осталиваемых деталей.

В целях исключения случайностей доступ посторонних лиц на участках осталивания следует ограничить.

ЭЛЕКТРОЛИТЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ

Электролит ванны анодного травления. Электролит содержит поваренную соль в количестве 100—200 г/л, соляную кислоту в количестве до 5 г/л и воду. Электролит этих концентраций удобен тем, что может хорошо работать при комнатной температуре, работает долгое время, корректировки его заключаются в пополнении компонентов — воды и кислоты. Кислотность его определяют так же, как и кислотность электролита осталивания.

Приготовление его заключается в закладке в ванну отвешенных и отмеренных компонентов.

Электролит ванны щелочной анодной обработки. Для получения этого электролита отвешивают 200—250 г/л каустической соды, 100 г/л кальцинированной соды, закладывают компоненты в ванну и заливают водой. Каустик должен быть мелко поколот, так как реакция растворения протекает с выделением большого количества тепла и наличие крупных кусков каустика при его перегреве может повести к взрыву. Растворение каустика следует содействовать перемешиванием его кусков при помощи стальной мешалки. После растворения всего каустика в раствор добавляют жидкое стекло в количестве 5—10 г/л.

Приготовленный таким образом электролит работает длительное время. Уход за ванной заключается в ежедневном добавлении воды и подогреве электролита до 65—75°C.

Через 3—4 месяца работы электролита при осталивании деталей начнется появление брака в виде отслаивания осадка в отдельных местах. Это говорит о необходимости корректировки электролита щелочной обработки путем добавления указанных компонентов в количестве 30% от первоначального. Корректировка требуется в связи с ухудшением качеств электролита в результате, вероятно, растворения в нем больших количеств жиров. Когда ухудшение свойств электролита повторится, его следует заменить новым.

СПОСОБЫ ИЗОЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ, НЕ ПОДЛЕЖАЩИХ ОСТАЛИВАНИЮ

В большинстве случаев при восстановлении деталей осталиванием обработке подлежит не вся поверхность детали, а какая-то ее часть, причем в электролит приходится опускать всю или почти всю деталь. Поэтому те поверхности, которые не подлежат осталиванию, но погружены в электролит, приходится изолировать от действия электрического поля ванны. Изоляцию делают одним из следующих способов.

Постоянные диэлектрические футляры. Постоянные футляры изготавливают из кислотостойких диэлектриков, таких, как текстолит, эбонит, карболит и другие, на металлорежущих станках или из резины, капрона или хлорвинила — при помощи пресс-форм. Футляры должны точно соответствовать размерам детали, плотно сидеть на ней и давать возможность свободно промывать пространство между футляром и деталью, для чего в стенках футляра иногда приходится предусматривать специальные отверстия.

Хорошо сконструированные и выполненные футляры являются лучшим средством изоляции. Применяют их при серийном восстановлении одноименных деталей. Футляры, выполненные из резины и других мягких материалов, следует сохранять от сминания, так как мягкие футляры затруднительно монтировать.

Лаки и краски. Лаки и краски в качестве изоляционных материалов употребляются при осталивании отдельных деталей или при небольшом их числе в партии. Лаки и краски, употребляемые для изоляции, не должны растворяться в горячем хлористом электролите и в горячем щелочном электролите и засорять их продуктами растворения. Высыхать на деталях они должны по возможности быстро. Слой изоляции должен получаться плотным, без пор и трещин, не должен пробиваться током, а после осталивания должен легко сниматься с детали.

Наибольшее распространение для этих целей получили целлулоидные лаки (цапон-лак и эмалит), но употребляются и другие лаки и эмали даже эпоксида-ная смола ЭД-6. Чаще других применяют смесь цапон-лака с нитроэмалями. Цапон-лак представляет собой раствор киноплёнки (горючей!) в ацетоне. Чтобы приготовить такую смесь, следует прокипятить в воде киноплёнку до полного смывания фотослоя, для чего рулон её следует распустить, а при кипячении помешивать мешалкой. Просушенную после кипячения плёнку помещают в бутылку, заполненную предварительно на 90% ацетоном. В обычную бутылку из-под кислоты входит три полнометражных рулона киноплёнки, если она хорошо очищена от фотослоя. Через сутки или двое плёнка полностью растворится в ацетоне, и полученный лак смешивают с нитроэмалью в отношении 1:2 или 1:3.

К числу недостатков цапон-лака в смеси с нитроэмалями отнести большую трудоемкость его изготовления и применения и его свойство лопаться на краях детали, как раз там, где сосредоточивается электрическое поле ванны. При больших плотностях тока эту смесь пробивает и на гладких местах. Таким образом, несмотря на то, что наиболее распространен именно этот лак, рекомендовать его можно лишь с большой натяжкой. К достоинствам цапон-лака следует отнести возможность повторного использования его отходов, для чего их собирают и растворяют в ацетоне.

В литературе встречаются рекомендации к применению перхлорвинилового лака марки ХСЛ-1 и кислотоустойкой эмали ХСЭ-26.

Пленочные материалы. Употреблять для изоляции пленочные материалы довольно удобно и менее трудоемко по сравнению с лаками. Недостатком пленочных мате-

риалов является их негодность к многократному употреблению. Хорошие результаты дает применение полихлорвиниловых пластиков (ГОСТ 5960-51).

Церезин. На некоторых заводах нашел применение для изоляции продукт нефтеперегонки — церезин. Большим неудобством применения церезина является необходимость иметь приспособления для его разогрева.

Распашные футляры. На заводе «Авторемлес» в Хабаровске при осталивании некоторых деталей с успехом используют быстро монтирующиеся футляры из резины, получившие название распашных.

Изготавливают такие футляры путем затяжки деталей листовой сырой резиной с последующей вулканизацией. При изготовлении футляра резина обертывается вокруг детали с напуском так, что один борт футляра значительно перекрывает другой, как у двубортного пальто, а чтобы резина при вулканизации не сварилась вместе, между бортами прокладывают бумагу. После вулканизации кромки футляра обрезаются по границам осталиваемых поверхностей. Жесткость полученных футляров вполне достаточна, чтобы они плотно держались на деталях, но позволяет свободно и быстро надевать их на детали и снимать.

Особенно удобны такие футляры при диаметре деталей до 150 мм. При больших диаметрах деталей (или их наибольших частей) надеть футляр на деталь становится затруднительным.

Эти футляры имеют самую малую трудоемкость как при их изготовлении, так и в эксплуатации, почему при возможности изготовления их следует предпочесть любому другому способу изоляции.

ТЕХНОЛОГИЯ ТВЕРДОГО ОСТАЛИВАНИЯ

Твердое осталивание производится в различных вариантах, а именно:

- а) осталивание с припуском на механическую обработку,
- б) осталивание в размер,
- в) осталивание вневанное, местное или локальное, или проточное.

Этот вид осталивания у разных авторов и на разных

предприятиях получил несколько названий, каждое из которых отражает одну из его особенностей,

г) осталивание с последующей цементацией;

д) осталивание электролитическим сплавом железа — никель и др.

Технология осталивания изменяется в зависимости от материала детали, от способа изоляции поверхностей, не подлежащих осталиванию, и от типа применяемых электролитов. При этом любую технологическую схему можно разбить на три части — подготовку поверхности к осталиванию, осталивание и завершающие операции.

Первая часть технологического цикла — подготовка к осталиванию для гальваностега является самой трудоемкой и самой ответственной: именно подготовка поверхности является решающей для получения качественного сцепления.

Сам электролиз осталивания требует от гальваностега только внимательности к протекающему процессу, что при работе с припуском на механическую обработку усложняется тем, что в это же время приходится заниматься подготовкой к осталиванию следующих партий.

От завершающих операций зависит работоспособность осталенной детали, долговечность узла, в котором она будет работать, долговечность станка, на котором она обрабатывается после осталивания, так как плохо нейтрализованная деталь, сохранившая следы соляной кислоты, ржавеет сама и вызывает ржавчину у металла, с которым она соприкасается.

Из сказанного видно, что все операции технологического процесса важны и несоблюдение одного из пунктов технологии, который может показаться несущественным, рано или поздно приведет к неприятностям.

Общая технологическая схема осталивания. Известно несколько технологических маршрутов осталивания, из которых наилучшие результаты дает схема, предложенная профессором, доктором технических наук М. П. Мелковым в соавторстве с кандидатом технических наук В. А. Бабенко. Схема состоит из ряда операций, выполняемых примерно в следующей последовательности.

1. Промывка деталей от грязи и масел.

2. Механическая обработка (в целях восстановления геометрической формы).

3. Обработка осталиваемых поверхностей шкуркой.

4. Монтаж деталей и защитных футляров на подвеску (при употреблении футляров).

5. Окраска защитными красками или лаками (при употреблении их), сушка и удаление лаков с осталиваемых поверхностей.

6. Обезжиривание.

7. Промывка.

8. Анодное травление в хлористом электролите.

9. Промывка.

10. Анодная очистка в сернокислном электролите.

11. Промывка.

12. Подогрев.

13. Пересадка в ванну осталивания.

14. Выдержка без тока в ванне осталивания.

15. Осталивание.

16. Промывка.

17. Удаление лаков.

18. Нейтрализация.

19. Промывка.

20. Демонтаж деталей с подвесок.

21. Контроль качества осадка.

22. Механическая обработка.

Некоторые из перечисленных операций иногда опускаются, например, обработка шкуркой не применяется, если детали травят в хлористом электролите или после предварительной механической обработки поверхности детали. Травление в хлористом электролите производят только у высококачественных сталей и при глубоком окислении покрываемых поверхностей. Часто не применяется и предварительная механическая обработка в целях придания правильной геометрической формы, так как во время электролиза в силу неравномерности электрического поля ванны осталивания, геометрическая форма детали до некоторой степени нарушается, а снятие дефектных слоев металла достигается в ванне травления.

Приведенная технология имеет следующие достоинства.

1. Именно эта технология позволила надежно получать прочно сцепленные с деталью осадки твердого электролитического железа, то есть определила широкое применение в промышленности твердого осталивания.

2. Травление в хлористом электролите позволило отказаться от обязательной предварительной механической

2 Практика осталивания деталей

обработки при любых марках сталей, при любых видах их термической обработки и даже при наличии следов коррозии на поверхности детали.

3. Технология дает наибольший экономический эффект по сравнению с другими способами получения осадков электролитического железа, в том числе и по сравнению с холодным осталиванием на переменном токе.

Однако эта технология имеет и отрицательные стороны, например, осталивание меди и ее сплавов она не обеспечивает, и для достижения этой цели приходится привлекать обработку меди в азотной кислоте. Кроме того, работа ванны анодной серноокислой очистки иногда оказывается неустойчивой.

Рассмотрим несколько пристальней приведенную технологию.

Основными операциями ее являются следующие:

1. Обезжиривание. Обезжиривание — обязательная операция при любом гальваническом процессе.

2. Анодное травление в хлористом электролите. Эта операция позволяет снять с поверхности детали весьма толстые слои дефектного металла (наклепы, корродированные слои), прочного сцепления осадка с которым добиться невозможно. Толщина удаляемых слоев металла может измеряться десятими долями миллиметра.

3. Анодная очистка. Эта операция производится в ванне с серноокислым электролитом или, реже, в ванне с раствором ортофосфорной кислоты. Признание и распространение получил раствор серной кислоты, так как раствор ортофосфорной кислоты имеет пониженную электропроводность и повышенную вязкость, что вынуждает применять повышенной мощности источники тока и приводит к раннему его обеднению в процессе работы.

Эта операция имеет решающее значение в подготовке поверхности к осталиванию. В результате этой операции с детали удаляется травильный шлам, оставшийся после травления в хлористом электролите. Если деталь не травилась в хлористом электролите, то задача удаления дефектного слоя металла решается также в этой ванне. Поверхность детали несколько стравливается (в десятки раз меньше, чем в хлористом электролите), травильный шлам удаляется, обнажается от окислов и наклепа структура металла, а затем на поверхности возникает тончайшая пассивная пленка, которая далее препят-

ствует окислению металла детали кислородом, содержащимся в воде и воздухе. Эта пленка легко растворяется электролитом осталивания в период выдержки без тока и при действии начального тока, что и обеспечивает осаждение первых слоев электролитического железа на чистую (ювенильную) поверхность металла детали.

4. Осталивание. Включение тока производится после выдержки от 5 до 30 секунд, которая нужна для подогрева поверхности детали и прикатодного слоя электролита и для разрушения пассивной пленки, образовавшейся при анодной очистке. Начальный ток включают при небольшой плотности в 3—5 а/дм², постепенно доводя его до рабочей плотности.

Как уже говорилось, решающей операцией подготовки поверхности к осталиванию является операция анодной очистки. Но при всех своих достоинствах ванна серноокислой очистки в практике имеет довольно значительные недостатки:

а) электролит весьма агрессивен в отношении здоровья и одежды обслуживающего персонала;

б) серноокислый электролит, если он сохранится после промывки в стыках деталей на подвеске, в каналах, канавках, под отставшим слоем лака и в других тесных местах, во время процесса осталивания выходит из мест своего скопления и в радиусе до 10—15 мм нарушает прочность сцепления осадка с деталью;

в) процесс анодной очистки требует повышенной плотности тока по сравнению с другими процессами при осталивании. При травлении и осталивании обычно ограничиваются плотностью тока в 40 а/дм², тогда как анодная очистка требует 75—100 а/дм². Это вынуждает устанавливать источники тока повышенной мощности;

г) ванна серноокислой очистки требует кислотостойкой футеровки и свинцовых катодов. При применении стальных катодов затрачивается много рабочего времени на то, чтобы вынимать и промывать катоды после каждого цикла очистки, в противном случае быстро выходят из строя и катоды и электролит;

д) работа ванны нарушается при нагреве электролита выше 25°C, при избытке в электролите серноокислого железа, и при концентрации ионов хлора свыше 1,5 г/л. Последние попадают с деталями после травления в хлористом электролите. Все это требует при эксплуатации

повышенного внимания к ванне и значительного навыка без этого приходится чаще, чем это нужно, менять электродлит;

е) электролит сравнительно недолговечен. После 2—3 корректировок его приходится заменять свежим, причем при интенсивной работе ванны эту замену делают от 3 до 5 раз в год;

ж) замена сернокислого электролита сопряжена с работами и расходами на нейтрализацию негодного электролита, так как он отравляет водоем, в который поступают сточные воды.

Перечисленные недостатки побудили к поискам более устойчивой технологии, которые были успешно завершены к апрелю 1968 г.

Осталивание на заводе «Авторемлес» внедрено с начала 1966 года. Проект участка разработан Хабаровским политехническим институтом, который курировал строительство участка, провел пуско-наладочные работы и ознакомил персонал завода с новой для него технологией. Но и после пуска участка институт не прерывал связи с заводом, благодаря чему завод в первый же год работы участка освоил многочисленную номенклатуру (свыше 30 наименований), а его работники накопили такой опыт, который позволил успешно овладеть внедренной технологией (М. П. Мелков и В. А. Бабенко) и начать поиски нового способа подготовки поверхностей к осталиванию.

Основные операции усовершенствованной технологии. Основными операциями этой технологии являются:

- а) травление в хлористом электролите,
- б) анодная обработка в горячей щелочной ванне,
- в) осталивание.

При этом травление необходимо только для цементованных закаленных сталей да деталей с очень глубоким наклепом или с глубоко окисленной поверхностью. У большинства деталей прочное сцепление с осадком достигается при единственной основной операции подготовки поверхности к осталиванию — анодной обработке в горячей щелочной ванне, а основная технологическая схема принимает вид:

- а) анодная обработка в горячей щелочной ванне,
- б) осталивание.

Таким образом, при усовершенствованном способе

подготовка операции обезжиривания, очистки от шлама и пассивации объединены в одной операции анодной обработки в щелочной ванне.

Ввиду неоспоримых преимуществ нового способа подготовки поверхности к осталиванию завод «Авторемлес» с мая 1968 года работает только по этой технологии и далее все вопросы технологии осталивания будут освещены, исходя из опыта ее применения.

Общая технологическая схема осталивания при новом способе подготовки поверхности. Порядок операций в технологической схеме почти не изменился и выглядит следующим образом:

1. Промывка деталей от грязи и масел.
2. Вторичная промывка (на участке осталивания).
3. Обработка осталиваемых поверхностей шкуркой.
4. Монтаж деталей и защитных футляров на подвеску (при употреблении футляров).
5. Окраска защитными лаками (при их употреблении), сушка и удаление лака с осталиваемых поверхностей.
6. Травление в хлористом электролите.
7. Промывка в холодной воде.
8. Анодная обработка в горячем щелочном электролите.
9. Промывка в холодной проточной воде.
10. Подогрев.
11. Выдержка без тока в ванне осталивания.
12. Осталивание.
13. Промывка в горячей воде.
14. Удаление лаков, демонтаж футляров.
15. Нейтрализация.
16. Промывка в холодной воде.
17. Демонтаж с подвески.
18. Контроль качества осадка.
19. Консервация.
20. Механическая обработка.

Порядок операций в некоторых случаях изменяется, а некоторые операции даже из числа основных, например травление, применяются не всегда.

Частные технологические схемы всегда короче общей, некоторые операции оказываются излишними. Например, при осталивании в размер отпадает механическая обработка, но иногда появляется необходимость в таких опе-

рациях, которые не включены в технологическую схему. Иногда надо дополнительно дефектовать поступившие на участок детали: среди них попадают такие, восстановление которых бессмысленно благодаря наличию неисправимых дефектов. Так, поступают шестерни для осталивания шеек, а зубья их оказываются недопустимо изношенными. Появляется необходимость и в операциях, имеющих прямое отношение к осталиванию. Так, например, при осталивании в размер требуется точно замерить износы деталей и разбить их по группам изношенности так как в этом случае нельзя монтировать на одну подвеску детали с разными износами. Да и при осталивании с припуском на механическую обработку износы оказываются резко отличающимися и полезно бывает предварительно измерить их и разбить детали по группам изношенности.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Операция 1. Предварительная промывка деталей
Предварительная промывка деталей от грязи и масла на ремонтных предприятиях, как правило, производится в моечных машинах разборомоечных цехов. Ввиду того, что качество промывки в этих машинах большей частью не отвечает требованиям, предъявляемым гальваническими ваннами, то ограничиться ей удастся лишь в редких случаях, большей же частью приходится вторично промывать детали на участке осталивания.

Операция 2. Вторичная промывка. Вторичная промывка деталей от грязи и масла необходима во всех случаях, когда эта грязь обнаруживается при осмотре. Особенное внимание следует уделять промывке каналов, канавок, шлицов и т. п. Поэтому на участке осталивания необходимо иметь небольшой бак с бензином или соляром, противни для стекания моющей жидкости и набор щеток и царапок для этой работы. Бензин удобен тем, что быстро обсыхает, но его пожароопасность вынуждает предпочесть солярку.

Для очистки мелких деталей некоторые заводы имеют колокольные ванны, наполненные семипроцентным раствором серной кислоты и песком. Ванны эти обычно выполнены из дерева в виде бочек, посаженных на наклон-

ную ось, вокруг которой их вращает с небольшой скоростью электродвигатель. После такой галтовки детали промывают горячей водой.

Следует помнить, что грязь и масла, попадая с плохосмокрытыми деталями в ванны, сокращают срок службы электролитов.

Операция 3. Обработка шкуркой. Обработка шкуркой осталяемых поверхностей необходима в тех случаях, когда подготовка поверхности к осталиванию может быть проведена без травления в хлористом электролите. При работе в размер, когда наращивают тонкие слои электролитического железа, толщина которых измеряется сотыми долями миллиметра, а деталь, как правило, работает в узле в условиях неподвижной посадки, прочность сцепления осадка с деталью оказывается вполне достаточной без операции травления в хлористом электролите и обработка шкуркой в этом случае гарантирует эту достаточную прочность сцепления. Обрабатывают деталь до светлого металлического блеска, а если поверхность детали сохранила этот блеск, то есть не потемнела и не покрыта ржавчиной, то можно обойтись и без этой обработки.

При работе с припуском на механическую обработку толщина наращиваемого слоя измеряется десятками долями миллиметра, и растягивающие напряжения в слое создают значительные усилия, отрывающие его от детали. Ограничиться обработкой шкуркой при этом виде осталивания можно тогда, когда после зачистки не остаются следов окислов и наклепа. Следы окислов выглядят в виде мелкой темной сыпи, а следы наклепа можно определить по их более светлому по сравнению с остальной поверхностью виду, причем на этих местах шкурка не оставляет рисок (царапин). Если деталь изготовлена из цементованной или закаленной стали, то ее нужно травить даже в том случае, когда поверхность ее не имеет признаков коррозии или наклепа.

Применяют обычно крупнозернистую шкурку, как наиболее производительную. Для облегчения и ускорения этой работы на участке осталивания желательно иметь какое-либо оборудование для ее механизации, лучше всего — токарный станок.

Операция 4. Монтаж деталей на подвеску. Условимся, приспособление, на котором детали монтируются для

завешивания в ванны, называть подвеской, а подвеску с закрепленными на ней деталями — навеской. Такая терминология установилась на многих заводах, хотя по-видимому, в литературе ею пока не пользуются.

При монтаже деталей на подвеску следует добиваться хорошего контакта как между подвеской и деталями, так и между деталями, если ток может передаваться от одной детали к другой. Для этого зачищают шкуркой, а иногда и напильником контактные поверхности подвески и деталей и контактные крючки подвески. Часто контакт осуществляется резьбовыми соединениями, поэтому под руками следует иметь метчики и лерки для исправления резьб. Все соединения при монтаже — резьбовые и клиновые — затягивать следует туго.

При монтаже защитных футляров, экранов и дополнительных катодов или анодов следует следить, чтобы не нарушался контакт на пути тока от штанги ванны через подвеску и детали к электролиту.

Для хранения подвесок, крепежа, футляров и т. п. на участке осталивания необходимо иметь стеллажи, а для монтажа и демонтажа навесок — слесарный верстак с тисами.

Операция 5. Окраска защитными лаками. Как правило, окраска лаками производится после монтажа навески путем окунания ее в бак с лаком. Поэтому в зоне действия грузоподъемного механизма нужно иметь такой бак с плотно закрывающейся крышкой и достаточных габаритов. Окунув навеску в лак, тельфером приподнимают ее над баком и дают стечь излишкам.

Когда лак перестанет течь с навески, ее перемещают в удобное для сушки место. Если лак жидкой консистенции, окраску повторяют еще раз или даже два раза. Промежуточные сушки занимают от 20 до 30 минут, окончательная сушка длится около часа. Время сушки можно сократить примерно вдвое, если применить для этой цели обычный комнатный вентилятор.

Когда лак окончательно просохнет, то есть затвердеет и перестанет мазаться (особенно это важно на границах осталиваемых поверхностей, где, как правило, в связи с изменением диаметра детали, образуются затеки лака), приступают к удалению его с осталиваемых поверхностей. Эта работа производится с помощью ножа и требует аккуратности и терпения. Ее следует выполнить так,

чтобы не повредить пленки лака на границе осталиваемого участка. Если навеска достаточно тяжела, эту работу следует выполнять, оставив ее на крюке тельфера, если вес ее меньше, навеску укладывают на верстак, подложив кошму. Легкие навески удобнее всего обрабатывать на коленях, сидя на стуле.

Засохшие воздушные пузыри, если они оказались на кромке лаковой пленки, следует вырезать. Если при этом под пузырем окажется непрокрашенная поверхность, то ее прокрашивают дополнительно вручную при помощи кисти или палочки.

Лаки хорошо отстают от необезжиренных поверхностей, большей частью «слезают с них шкуркой», но к обезжиренным поверхностям пристают так прочно, что снять их очень трудно, поэтому перед окрашиванием обезжиривать детали не следует.

Большая трудоемкость работы с лаками ограничивает область их применения. Окрашивание лаками применяется только при осталивании единичных деталей, сложность конфигурации которых препятствует изолированию их другим менее трудоемким способом.

Операция 6. Травление в хлористом электролите. Как уже сказано, прежде чем подвергать деталь травлению, следует убедиться, что в этом есть необходимость, так как скорость растворения стали в хлористых электролитах очень высока и без необходимости уменьшать диаметр, который предстоит наращивать, не имеет смысла. Скорость растворения стали в хлористом электролите зависит от плотности анодного тока (деталь навешивают на анод), от температуры электролита и, до некоторой степени, от марки стали. В электролите приведенного выше состава при температуре около 60° некоторые марки стали, например 12ХНЗА, за три минуты травления теряют в диаметре до 0,15 мм при плотности тока около 30 а/дм². Поэтому при размерном осталивании этой операции при возможности следует избегать, а такая возможность имеется в большинстве случаев. При работе в размер травить следует только в том случае, когда без этой операции получается брак по причине плохого сцепления осадка с деталью. В этом случае следует опытным путем установить достаточную, но минимальную продолжительность травления и замерить величину потери диаметра, чтобы учесть ее при наращивании. Замерять и выдержи-

вать температуру электролита и время травления в этом случае необходимо как можно точнее, чтобы не получать разнозначных результатов, которые снизили бы точности окончательных результатов работы.

При осталивании с припуском на механическую обработку травить приходится значительно чаще. Необходимость в этом также следует устанавливать опытным путем, руководствуясь следующими положениями.

1. Цементованные и высокозакаленные стали в подавляющем большинстве требуют травления.

2. Остальные стали можно не травить, если нет признаков глубокого окисления или наклепа. Эти признаки легко обнаружить, если потереть поверхность шкуркой.

Определяют необходимость травления для каждого наименования деталей, для чего осталивают их без травления и производят испытание прочности сцепления. Для этого на поверхности осталенного образца наносят зубилом две пересекающиеся риски, пропикающие до основного металла детали. Риски наносят в нескольких местах. Если отслаивание покрытия в результате такого испытания не наблюдается, травить не обязательно и можно ограничиться обработкой шкуркой. При признаках глубокого окисления, особенно, если в результате коррозии на металле после обработки шкуркой обнаруживается пористость, а также при выявлении наклепа, только травление даст гарантию прочного сцепления осадка с основой. При потемнении металла, легко снимающемся шкуркой, травление в большинстве случаев излишне.

Травление, когда установлена его необходимость, производят на глубину дефектного слоя металла. Для этого выбирают детали с наиболее окисленной поверхностью. Достаточность травления устанавливается опытным путем по окончательным результатам осталивания после качественных испытаний на прочность сцепления.

В электролите рекомендованного состава трагя обычно от одной до трех минут при температуре от 20 до 60°. Плотность анодного тока применяют от 20 до 30 а/дм².

При наличии у ванны осталивания реверсивного рубильника травление можно производить в ее электролите, но лучше пользоваться специальной ванной, чтобы засорять электролит осталивания.

Операция 7. Промывка после травления. При наличии на участке горячего водоснабжения промывку после травления следует делать в ванне с горячей водой. Если горячего водоснабжения нет, промывать можно в ванне подогрева или в ванне с холодной водой. Для промывки навеску (обычно при помощи тельфера) погружают в воду и приподнимают над зеркалом воды последовательно не менее 4—5 раз.

Операция 8. Анодная обработка в щелочной ванне. При анодной обработке в горячей щелочной ванне протекают следующие процессы: 1) обезжиривание; 2) — очистка травильного шлама, если деталь подвергалась травлению; 3) оксидирование.

В щелочной ванне на катоде выделяется водород, а на аноде — кислород. Водород и кислород образуются в виде газа непосредственно на поверхности электродов, причем выделяющийся на поверхности детали газ действует подобно щетке и удаляет масла и травильный шлам. При этом водород выделяется более бурно, поэтому детали, имеющие на поверхности травильный шлам, для более полной очистки от него следует предварительно на 30—45 секунд поместить на катод, а затем переменить направление тока, чтобы на детали возникла оксидная пленка, которая образуется только на аноде. Для этого ванна должна быть оборудована реверсивным рубильником.

Известно, что в крепких растворах едкого натра путем анодной обработки получают весьма прочные оксидные пленки, которые используют для защиты металла от коррозии. Оксидная пленка состоит из различных оксидов железа.

Образовавшаяся оксидная пленка по своим качествам более соответствует условиям прочного сцепления осадка с основой, чем пассивная пленка, получаемая в серноокислой ванне анодной очистки. Это видно из того, что даже обсохшие после обработки в щелочной ванне детали прочно сцепляются с осадком, тогда как обсыхание после серноокислой ванны всегда приводит к браку. Известно, что после анодной очистки в серноокислой ванне поверхность детали должна приобрести ровный тускло-серый цвет без светлых и темных пятен, так как на месте таких пятен сцепление осадка с металлом детали всегда неудовлетворительно. Был поставлен эксперимент,

который показал, что при наличии таких пятен после сернокислой ванны достаточно проработать деталь на аноде щелочной ванны, и это ликвидирует брак. Последнее также доказывает, что природа оксидной пленки, получаемой в щелочной ванне, более благоприятна для процесса осталивания, чем природа пассивной пленки сернокислой ванны.

Анодная обработка в щелочной ванне производится следующим образом. Навеска с деталями после промывки помещается на штангу щелочной ванны, нагретой до 65—70° и обрабатывается током плотностью 25—40 а/дм² в течение от 30 секунд до двух минут. Направление тока через 30—45 секунд меняется, если первоначально деталь завешивалась на катод, и остается постоянным, если деталь сразу служила анодом. В последнем случае время обработки несколько увеличивается. Продолжительность обработки зависит от плотности тока, от марки стали и от возраста работающего электролита. Известно, что различные марки стали оксидируются с разной скоростью. В процессе работы по новому способу на заводе «Автомелес» замечено, что чем дольше работает щелочной электролит, тем скорее протекает оксидирование деталей. Время обработки определяется визуально: обработку можно считать достаточной после того как поверхность (нетравленных) деталей слегка потемнеет от образовавшейся оксидной пленки и приобретет такой вид, будто детали слегка прокоптили над костром. Если после 30-секундной обработки такого потемнения не обнаруживается, обработку продолжают еще 30 секунд и т. д. Неравномерностью потемнения смущаться не следует, на качество травления эта неравномерность влияния не оказывает. Неравномерность потемнения объясняется различной толщиной образовавшейся оксидной пленки, что зависит от рассеивания электрического поля ванны. В дальнейшем вся пленка уничтожается в электролите осталивания и нужно лишь следить, чтобы были удалены и наиболее темные места (участки с наиболее толстой пленкой).

Если детали подвергались травлению, то визуально определить время щелочной обработки довольно затруднительно даже для опытного оператора. Поэтому это время следует установить описанным способом на протравленных опытных образцах. При обработке травленных д

тадей следует помнить, что деталь до обработки имеет темный цвет от покрывающего ее травильного шлама, а после обработки, — от образующейся оксидной пленки. Хотя оттенки этих цветов и различны, но не настолько, чтобы по неопытности их не спутать. В этом случае кажется, что травильный шлам еще не снят, и возникает желание продолжать обработку, но продолжение ее приведет к образованию излишне толстой оксидной пленки. Отдельные участки пленки будут настолько толстыми, что стравливание их в электролите осталивания окажется чрезмерно длительным, и на участках тонкой пленки начнется травление основного металла детали, что приводит к браку на этих местах. Таким образом, не следует получать излишне толстых пленок, а для правильного определения времени обработки употреблять опытные образцы, не травленные в хлористом электролите.

Пределом следует считать двухминутную обработку при температуре 70° и плотности тока 40 а/дм² для любой стали. Следует учитывать, что некоторые стали, например сталь ШХ15 (подшипников качения), почти не темнеют, но это не значит, что их нужно дольше обрабатывать. Обработка в 45—60 секунд для них оказывается достаточной, хотя она почти не изменяет их внешнего вида.

Не следует забывать, что анодная обработка в щелочной ванне применяется и для обезжиривания деталей. Поэтому, закончив ее и приподняв детали над ванной, следует убедиться не только в наличии оксидной пленки, но и в том, что вся, подлежащая осталиванию поверхность деталей, полностью обезжирена. Полностью обезжиренная поверхность металла равномерно смачивается водой, и на ней не образуется капель. Неравномерность загрязнения детали и рассеивания электрического поля ванны может привести к тому, что некоторые участки будут обезжирены и хорошо заоксидируются, тогда как другие окажутся покрытыми каплями воды, рядом с которыми просматриваются сухие места. Это свидетельствует о том, что обезжиривание полностью не закончено и обработку следует продолжить.

Правильно проведенная щелочная анодная обработка, в результате которой деталь обезжирена и покрыта оксидной пленкой, гарантирует прочное сцепление слоя электролитического железа с металлом детали даже в

случае легкого обсыхания деталей до начала осталивания и на участках легкого наклепа.

Операция 9. Промывка. Эта промывка делается в ванне с холодной водой путем 4—5-кратного окунания в воду. Щелочной электролит, если он сохранится в каких-либо тесных местах, не так вреден, как электролит сернокислой ванны, так как при выходе из этих тесностей он нейтрализуется свободной соляной кислотой электролита осталивания. Тем не менее следует стараться хорошо промыть деталь. Задача промывки облегчается тем, что за ней следует подогрев в ванне с горячей водой, где промывку можно продолжить, сделав 2—3 окунания. При применении распашных футляров их монтаж можно вести во время промывки, то есть после щелочной обработки. Качество оксидной пленки позволяет это делать, тем более, что при монтаже футляров над промывочной ванной имеется возможность лишний раз опустить детали в воду для предотвращения обсыхания, которого все же следует избегать.

Операция 10. Подогрев. Для получения качественного сцепления необходимо, чтобы температура поверхности детали была ниже определенной критической величины. Поэтому детали, помещенные в ванну осталивания, либо выдерживают достаточное время без тока, либо предварительно прогревают в ванне с горячей водой. Обходиться без предварительного подогрева можно тогда, когда детали легкие или тонкостенные и могут прогреваться в электролите за 15—20 секунд. Если за это время детали прогреться не могут, следует пользоваться ванной подогрева, так как более продолжительная выдержка без тока в электролите осталивания, особенно в условиях рекомендованной кислотности, может привести к растрескиванию подготовленной поверхности. Это неминуемо приводит к браку.

В ванне подогрева деталь находится одну-две минуты. За это время на ванне осталивания оператор устанавливает при помощи реостата такое напряжение, которое необходимо для получения начальной плотности тока.

Ванну подогрева устанавливают вплотную к ванне осталивания, чтобы сократить до минимума время пересадки деталей в ванну осталивания, так как нагретые детали, особенно их верхние кромки, быстро обсыхают. П

ри применении сернокислой ванны анодной очистки ванну подогрева нагревают до 50°, при использовании щелочной ванны температура воды в ванне подогрева доводится до 60°, как уже говорилось, качество оксидной пленки допускает легкое обсыхание деталей без ущерба для прочности сцепления слоя электролитического железа с основным металлом. Тем не менее следует стремиться к всемерному сокращению времени пересадки нагретых деталей. Для этого следует пользоваться механизмами повышенных скоростей, легкие детали пересаживать вручную, а переместив навеску в ванну осталивания, сначала окунуть ее в электролит, а затем уже завешивать на штангу ванны. Шайбы из поролона, резиновой губки или из войлока, расположенные над деталями, дают хороший эффект, так как стекающая с шайб вода смачивает детали во время пересадки и они не успевают обсохнуть. Но шайбы усложняют работу. Монтировать такие шайбы следует после щелочной обработки.

Операция 11. Выдержка без тока. Напряжение, которое требуется для получения начальной плотности в 3—5 а/дм², устанавливают при помощи реостата во время подогрева деталей. Оператору необходимо замечать и первое время записывать зависимость между напряжением, величиной активной площади деталей, катодно-анодным расстоянием и силой тока, чтобы быстро установить необходимое в каждом случае напряжение. При освоении осталивания новой детали ошибку в установке напряжения лучше делать в сторону уменьшения, ибо ошибка эта обнаруживается и может быть исправлена без ущерба для прочности сцепления покрытия с основой немедленно после подачи тока на штанги ванны.

Выдержка без тока в ванне осталивания необходима для двух целей. Во-первых, во время выдержки подогревается деталь и прикатодный слой электролита вблизи поверхности детали. Далее, если металл осаждать непосредственно на тонкую пассивную пленку окислов, прочное сцепление железа со сталью практически исключается. Для получения прочного сцепления железа необходимо разрушить и удалить эту пленку, оголить структуру металла, из которого состоит деталь, то есть сделать поверхность детали активной и способной образованию металлических связей кристаллов осаждаемого железа с основным металлом, или, как принято говорить, актив-

ровать поверхность осталиваемого образца. Хлористый электролит до включения тока и выполняет эту задачу, по крайней мере — частично. Он разрушает пассивную пленку. При включении слабого первичного тока, при котором выход водорода преобладает над выходом железа, выделяющийся атомарный водород завершает процесс активации поверхности.

Время выдержки на нетравленных стальных деталях легко определить визуально: детали теряют темный вид, приобретенный в щелочной ванне, и становятся более светлыми, чем были даже до щелочной обработки. Как только посветлеют наиболее темные участки, нужно подавать ток. Практически выдержка без тока занимает от 10 до 20 секунд и удлинять ее не следует во избежание растравливания оголенной от пленки поверхности металла, так как значительное растравливание повлечет неминуемый брак.

Операция 12. Осталивание. К моменту помещения деталей в ванну осталивания электролит ее должен быть доведен до рабочих температур и кислотности. Если кислота добавляется вручную в неразведенном виде, то добавлять ее следует заранее. Генератор включается перед первой гальванической операцией и не выключается до конца цикла, то есть до того времени, когда детали будут извлечены из ванны осталивания. При пользовании выпрямителями, не допускающими холостого хода, их выключают каждый раз, когда с них снимается нагрузка.

Начальный ток подается на штанги ванны по окончании выдержки без тока. Сила тока назначается такой, чтобы плотность его была в пределах 3—5 а/дм². Если начальная плотность тока будет меньше 3 а/дм², то химическое травление поверхности детали, особенно в условиях рекомендованной кислотности, будет преобладать над процессом электроосаждения железа. На поверхности детали будет выделяться травильный шлам и на загрязненную шламом поверхность железа прочно не осадет. Увеличение начальной плотности сверх 5 а/дм² не приносит особенного вреда, но также несколько снижает прочность сцепления осадка с основным металлом детали.

При начальной плотности тока детали выдерживают от 3 до 5 минут, чаще всего 5 минут, после чего повы-

шают плотность тока, увеличивая реостатом напряжение, а следовательно, и силу тока.

За время начальной плотности на деталь осаждается слой электролитического железа небольшой напряженности и мелкозернистой структуры, способный принять на себя последующие более твердые и более напряженные слои.

В практике установился следующий режим вывода на рабочий ток, или, как говорят, режим разгона:

1. Плотность тока 3—5 а/дм² — 5 минут.
2. Плотность тока 10 а/дм² — 3 минуты.
3. Плотность тока 20 а/дм² — 2 минуты.
4. Плотность тока 30 а/дм² — 2 минуты.

Таким образом, осталивание начинается с вывода на рабочий режим, или с разгона, который занимает от 10 до 15 минут. Изменять этот установленный практикой порядок при работе с припуском на механическую обработку нет никакой необходимости. Попытки сократить время разгона положительных результатов не дали. При размерном осталивании, речь о котором пойдет ниже, время разгона можно сократить.

Время электролиза после того, как ванна выведена на рабочий режим, зависит исключительно от заданной толщины осадка. При работе с припуском на механическую обработку электролиз длится от получаса до полутора часов, и гальваностег использует его для подготовки последующих деталей к осталиванию. Но прерывать наблюдения за протекающим электролизом нельзя.

Необходимо контролировать:

1. Непрерывность подачи тока.
2. Поступление тока на каждую подвеску.
3. Уровень электролита в ванне.
4. Кислотность электролита.
5. Показания амперметра.
6. Температуру электролита.

При нарушениях режима электролиза оператор должен принять следующие меры.

При перерывах в подаче энергии, если эти перерывы длятся не более 1,5—2,0 минуты (в зависимости от кислотности), можно продолжать электролиз, не принимая дополнительных мер. При этом источники тока включаются обычным порядком сразу на полный рабочий ток. Если перерыв длится более двух минут (следова-

тельно, началось растравливание осевшего слоя), навеску извлекают из ванны, промывают в ванне подогрева и по возобновлении подачи энергии начинают цикл со щелочной обработки, применяя «разгон» для выхода на режим осталивания.

Если штанги и контактные крючки перед электролизом были зачищены, то обычно все навески на протяжении всего электролиза получают ток бесперебойно, но и в этом случае от подгорания контактов случаются перерывы в подаче тока на отдельные навески или аноды. Определить это можно по прекращению выделения водорода и по падению показаний амперметра. В таком случае следует на 2—3 секунды приподнять навеску и по наружному виду определить — произошло ли растравливание осажденного слоя. Растравленный слой более темный и тусклый по сравнению со свежим. Если растравливания не произошло, электролиз продолжают, добившись контакта, если же поверхность растравлена, навеску извлекают из ванны и повторяют цикл, начиная с анодной щелочной обработки. Если стрелка амперметра показала, что произошло снижение тока, а со всех навесок водород выделяется, значит, нарушен контакт на одном из анодов. В этом случае поочередно приподнимают все аноды и следят за стрелкой амперметра. При приподнятии работающего анода стрелка падает, приподнимая анода с потерянным контактом на показаниях стрелки не отражается. Следует восстановить нарушенный контакт.

Как правило, на период электролиза должно хватить уровня электролита в ванне и содержания кислоты в нем, но при необходимости можно, соблюдая осторожность, добавлять в электролит и воду, и кислоту. Делать это следует небольшими порциями, возможно дальше от осталиваемых деталей.

При возрастании силы тока против первоначально установленной, что указывает (при неизменной температуре) на разрастание дендритов на кромках деталей, следует сделать несколько легких, но резких ударов молотком по верхней части подвески. От ударов дендриты осыплются, показание амперметра снизится и произойдет длительный расход энергии несколько снизится. Если при выбранном режиме явление дендритообразования значительно, следует подумать о снижении плотности тока для

электролиза следующих партий деталей этой номенклатуры.

Если во время электролиза температура электролита падает, можно включить подогрев ванны, но следует подумать об увеличении числа одновременно осталиваемых деталей, то есть об увеличении общей активной площади. В этом случае подогрев будет производиться током, идущим на электролиз. Если же температура электролита в процессе электролиза, наоборот, возрастает, и это грозит тем, что заданной твердости не получить, следует уменьшить количество одновременно осталиваемых деталей.

Порядок загрузки ванны осталивания. При наличии на участке одного источника постоянного тока в ванну осталивания загружают обычно одну навеску. Усовершенствованный способ подготовки поверхности позволяет увеличить количество загружаемых в ванну осталивания навесок до трех. Для этого монтируют три навески, последовательно проводят с ними все стадии подготовки. Первая навеска остается в ванне подогрева до тех пор, пока в эту ванну не попадут подготовленные вторая и третья навески. После этого приступают к пересадке в ванну осталивания, начиная с первой.

При наличии на участке двух источников постоянного тока накопление делают в ванне осталивания. При этом первые навески в ванне осталивания подвергаются электролизу на начальной плотности тока до тех пор, пока последняя не попадет в ванну осталивания и не будет выдержана в течение пяти минут при начальной плотности тока. После этого продолжают разгон. Один из источников тока при этом питает ванну осталивания, а другой используется для подготовительных операций. Общее количество навесок и деталей ограничивается в этом случае габаритами ванны осталивания и мощностью источников тока. Желательно, чтобы после выхода на рабочий режим все источники тока работали параллельно на ванну осталивания. Для такой работы следует иметь специально спроектированную электрическую схему, способную запараллелить источники тока и позволяющую замерять суммарный ток, поступающий на штанги ванны.

При завеске навесок с деталями в ванну осталивания располагать их следует симметрично по отношению к анодам для наилучшего рассеивания электрического

поля ванны. Для этого число анодов на каждой анодной штанге должно быть на один больше, чем число навесок на катодной штанге, а число работающих анодных штанг на одну больше числа работающих катодных штанг (см. рис. 2).

Поверхность анодов должна быть вдвое больше общей активной площади деталей. Нарушение этого соотношения в сторону уменьшения площади анодов довольно вредно сказывается на осадке — на нем появляются борозды. Особенно это заметно при оставлении внутренних полостей.

Для увеличения поверхности анода в этом случае не увеличивают его диаметр, а придают звездообразную форму, сваривая несколько тонких стержней.

Для создания оптимальных условий для электролиза расстояние между деталями не должно быть меньше двух-трех диаметров детали, а расстояние между деталями и анодами — не меньше трех-четырех диаметров детали, но не меньше 150 мм. Оставляемые поверхности деталей не должны касаться анодных чехлов.

Верхние кромки оставляемых площадей следует погружать на 30—40 мм ниже зеркала электролита, нижние их кромки следует помещать не ближе 150 мм от дна ванны, так как нижние слои электролита практически всегда содержат довольно больше количества шлама.

Электролиз прекращают по истечении расчетного времени. Обесточив штанги, приподнимают навеску над ванной и замеряют достаточность полученного слоя при помощи мерительной скобы или заранее установленного штангенциркуля. Для серийно восстанавливаемых деталей следует иметь именно скобы, так как мерительный инструмент при такой работе быстро выходит из строя. Если полученный слой окажется недостаточным, навеску завешивают в ванну и продолжают электролиз. С измерением не следует медлить, чтобы не обсушить детали.

При изготовлении скоб и при установке микрометра,

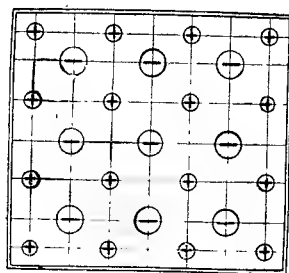


Рис. 2

если работа производится в размер, следует учитывать величину температурного расширения детали.

Операция 13. Промывка после оставления. Закончив оставление, навеску с деталями извлекают из ванны, предварительно обесточив ее штанги, и промывают в горячей воде. Промывку эту делают в ванне подогрева, чтобы не изготавливать специальной ванны. Чтобы промыть детали от хлористого электролита, делают 4—5 окунаний.

Операция 14. Удаление лаков, демонтаж футляров. Если в качестве изоляции применяются лаки, то снимать их лучше всего после горячей промывки, когда распаренные пленки лака хорошо поддаются этой операции. Для этой работы пользуются ножом с заостренным концом. Если лак не снять и дать ему просохнуть на детали, то потом придется потерять немало времени и труда на его удаление. Цапон-лак хорошо растворяется в горячем растворе каустика, но использовать для этой цели ванну щелочной обработки не следует, чтобы не засорять ее электролита.

После горячей промывки снимают также хлорвиниловые пленки и другие пластикаты и распашные футляры. Следует стремиться снять с подвески все, что поддается, оставив на ней одни детали, так как при следующей операции нет нужды загружать в щелочную ванну лишнее.

Операция 15. Нейтрализация. Нейтрализация необходима для уничтожения остатков кислого хлористого электролита, которые, сохраняясь в трещинах полученного слоя, представляют большую опасность для детали, сопряженных с ней узлов и даже для станка, на котором деталь будет обрабатываться, так как в присутствии кислого электролита металл быстро и глубоко корродирует.

В литературе обычно рекомендуется нейтрализация в горячем растворе каустической соды, которая занимает 30—40 минут и для которой, следовательно, необходимо иметь отдельную ванну. На заводе «Авторемлес» применяют более производительный и более эффективный способ, который и следует рекомендовать. Способ этот заключается в следующем. Освободив подвесное приспособление и детали от изоляции, навеску помещают на анодную штангу ванны щелочной обработки и включают ток плотностью 30—40 а/дм² на 30—60 секунд. На этом и заканчивается операция нейтрализации. При этом

кислота нейтрализуется щелочью. Кроме того электролитическое железо, как это давно замечено, очень хорошо окисляется, поэтому этот способ позволяет получить не только нейтрализованную, но и окисленную деталь. Если ток включить на две минуты, то оставшиеся поверхности приобретут густой черный цвет, что указывает на значительную толщину оксидной пленки.

Операция 16. Промывка. Промывку после нейтрализации, как окончательную, следовало бы делать в горячей воде. Но промывать в ванне подогрева не следует, чтобы не засорять ее каустиком, который неминуемо проникнет в ванну осталивания. За неимением горячей промывной ванны можно удовлетвориться холодной промывкой, делая не меньше 5—6 окунаций.

Операция 17. Демонтаж навесок. Демонтаж навесок, как и монтаж их, нужно делать на верстаке, пользуясь при необходимости тисами. Освободив подвеску от деталей, следует удалить с нее осевшие дендриты, отремонтировать изоляцию, промыть в воде резьбы, на которых обычно заметны соли и остатки щелочного электролита, а при необходимости прогнать их метчиками или плашками. После этого все части подвесного приспособления связывают и укладывают на отведенное на стеллаже место. При многочисленной номенклатуре восстанавливаемых деталей появляется необходимость в маркировке подвесных и защитных приспособлений.

Операция 18. Контроль качества покрытий. Контроль качества заключается в тщательном осмотре готовой продукции, в повторном замере и в выборочной пробе на прочность сцепления полученного осадка.

При осмотре обращают внимание на различные утолщения слоя и выявляют вздутия, то есть участки отставшего, но не отпавшего слоя.

Повторный замер производится более тщательно и на большем количестве деталей, чем это сделано при окончании осталивания. Замер этот следует делать по двум диаметрам.

Пробу на прочность сцепления при рядовой работе делают резкими ударами молотка. Если прочность сцепления осадка с металлом детали хорошая, такая проба не портит детали и дает возможность судить о качестве работы. Если у одной из деталей в результате удара произошло осталивание осадка, следует проверить все

детали партии. При освоении деталей нового наименования пробу делают пересекающимися рисками, которые наносят зубилом. Эта проба более надежна, но деталь после нее для работы негодна. При определении качества сцепления этими методами следует защищать глаза очками. Необходимо также периодически проверять твердость покрытия. Качественно это можно выполнить с помощью напильника, более точно — на твердомере Вickersa.

Операция 19. Консервация. Как показала практика, восстановленные осталиванием детали могут довольно долго ожидать механической обработки или монтажа. При этом обезжиренные детали ржавеют. Особенно быстро детали ржавеют на участке осталивания, в его атмосфере имеются пары соляной кислоты. Для предотвращения ржавления восстановленных деталей необходимо производить консервацию. Для этого достаточно опустить деталь в любую емкость с жидким маслом, так как густое будет долго стекать. Вполне удовлетворительные результаты дает окупание в бак с соляром, в котором производят мойку, в этом баке после мойки скапливается масло.

Операция 20. Механическая обработка. До настоящего времени единственным надежным способом механической обработки покрытий является шлифование. Во избежание засаливания камней оставшиеся детали шлифуют среднезернистыми камнями на мягкой основе. Литературой рекомендованы алундовые и электрокорундовые камни зернистостью 46—60 CM_2 — CM_1 на бакелитовой связке. Скорости резания при шлифовании допускаются высокие при небольших поперечных подачах. Охлаждение дают обильное.

Припуск на шлифование после осталивания задают в пределах 0,2 мм, а при наличии дефектов на установочных поверхностях — до 0,4 мм на диаметр.

РАЗМЕРНОЕ ОСТАЛИВАНИЕ, ОСТАЛИВАНИЕ ЧУГУНА И БРОНЗЫ

Размерное осталивание. Размерное осталивание имеет некоторые особенности, заключающиеся в следующем. В размер осталивают детали с очень малым износом,

который измеряется сотыми долями миллиметра. Практически при размерном осталивании получают слой порядка до 0,1 мм, причем эту цифру следует считать верхним пределом. Обычно при этой работе требуется увеличить диаметр на 0,03—0,1 мм. Таким малым износам подвержены, как правило, посадочные места (шейки), работающие в условиях неподвижных посадок, и чаще всего износ всего лишь нарушает условия посадки.

При подготовке деталей к осталиванию их зачищают шкуркой, тщательно замеряют износы и рассортировывают так, чтобы в партиях оказались детали с одинаковым износом. Это даст возможность вести осталивание одновременно нескольких деталей. Измерение ведется микрометром, то есть с точностью до 0,01 мм. Детали с неравномерным износом, эллипсностью и конусностью восстановлению в размер не подлежат.

При работе в размер анодное травление в хлористом электролите не применяют, ограничиваясь тщательной обработкой шкуркой. Если применить травление, то вследствие большой скорости этой реакции, зависящей от температуры электролита, плотности тока и других причин, чрезвычайно трудно, а практически невозможно подсчитать или замерить толщину травленного слоя и учесть ее при осталивании. А это очень важно, так как точность работы измеряется сотыми долями миллиметра (допуск по чертежу детали обычно не превышает 0,03 мм). Как показала практика, прочность сцепления тонкого слоя, осажденного на нетравленную поверхность, вполне достаточна.

Последней особенностью осталивания в размер является возможность сократить время разгона до минимума, а именно, — до 1,5 минуты. В некоторых случаях можно и вовсе обходиться без него, начиная электролиз прямо с рабочего тока. Отчасти эта возможность объясняется тем, что рабочие токи имеют небольшие плотности, отчасти, видимо, тем, что в тонком слое осадка напряжения не могут дать больших усилий, способных угрожать слою отрывом от основного металла, а усилия сдвига при осуществлении посадки с натягом недостаточны для разрушения сколько-нибудь значительных участков осажденного слоя. Во всяком случае при посадке подшипника на восстановленную в размер шейку вала даже при значительном натяге и последующем снятии

его лишь изредка наблюдаются частичные разрушения осажденного слоя, площадь которых не превышает 2—4 квадратных миллиметров, а число — 1—3, причем разрушения эти расположены только на заходе.

Некоторые авторы, например кандидат технических наук М. П. Панкратов (Владимирский политехнический институт), наблюдали способность незакаленных сталей, особенно при небольших диаметрах, прочно сцепляться со слоем электролитического железа без активации их поверхности малыми начальными токами. Но при восстановлении деталей в размер на заводе «Авторемлес» дело имеют с деталями из закаленных сталей весом по несколько килограммов (вал № 60-12-012, № 60-12-011, шестерня № 60-15-005 трактора ТДТ-60). Поэтому следует предположить, что все дело заключается в небольшой толщине осажденного слоя, а также можно в этом усмотреть лишнее доказательство тому, что природа оксидной пленки, получаемой в ванне щелочной обработки, весьма благоприятна для получения прочно сцепляющихся осадков электролитического железа. Более чем четырехлетняя практика завода «Авторемлес» размерному по восстановлению закаленных тяжелых деталей с сокращенным разгоном дает право рекомендовать этот способ при условии подготовки поверхности анодной обработкой в щелочной ванне.

Осталивание чугунных деталей. Осталивание чугунных деталей производят по обычной схеме. Однако, как правило, не применяют травление в хлористом электролите, ограничиваясь обработкой шкуркой. В литературе встречаются рекомендации по применению пескоструйной обработки.

Следует отметить, что чугуны прочно сцепляются с осаждаемым слоем железа, не капризны в отношении режимов подготовительных операций и осталивания, и при восстановлении чугунных деталей не возникает никаких специфических затруднений. Так, например, на заводе «Авторемлес» осталивают посадочное отверстие чугунных маховичков, диаметр которого составляет всего лишь 35 мм. Для этого применяется внутренний анод диаметром 8 мм. Такое отверстие в стальной детали осталить весьма трудно или даже невозможно.

При анодной обработке в щелочной ванне плотность анодного тока не назначают более 30 а/дм².

Таким образом, осталивание чугунных деталей не имеет принципиальных особенностей.

Осталивание внутренних полостей. Осталивание внутренних полостей является наиболее сложной задачей, вызывает множество затруднений, наиболее трудно осваивается и при этой работе нередко получают брак. Объясняется это, во первых, тем, что оператор не видит результатов своей работы до тех пор, пока не демонтирует деталь после окончания всего технологического цикла, во вторых, тем, что соотношение площадей анода и катода мало и, в-третьих, тем, что процесс электроосаждения железа протекает в небольшом замкнутом объеме электролита, что ведет к ускоренному нагреванию, обеднению хлористым железом и загрязнению шламом электролита. При работе нужно стремиться уменьшить влияние этих трех факторов.

Осталивание внутренних полостей производят либо в ванне, либо вневаннным способом, и в обоих случаях залогом успеха является правильное конструирование подвесного приспособления, сделанного с учетом изложенных особенностей.

Для того чтобы обеспечить хотя бы частичную возможность просматривать внутреннюю полость, подлежащую осталиванию, следует верхнюю диэлектрическую шайбу, разделяющую деталь и внутренний анод, делать с большими отверстиями или даже выполнять ее в виде креста, лучше — трехконечного. Осталиваемую поверхность детали следует располагать сверху. Нецелесообразно осталивать одновременно большое количество деталей, так как обеспечить просматриваемость нижних и навеске деталей невозможно. Для увеличения соотношения площадей анода к катоду анод для осталивания (для осталивания следует делать отдельный анод) делают составным, сваривая его из нескольких стержней так, что в сечении он имеет звездообразную форму.

Для предотвращения перегрева и обеднения электролита необходимо предусмотреть возможность естественной циркуляции или применять принудительную. Обеспечивают это просторными отверстиями в нижней диэлектрической шайбе или подключением насосной установки.

Для вневаннного варианта осталивания подключение насосной установки следует считать обязательным, так как электролит закипает после осаждения нескольких со-

тых долей миллиметра, обесцвечивается и обедняется, полностью выходя из строя.

В связи с необходимостью использовать отдельные электроды для подготовительных операций и осталивания они должны иметь кабель с вилкой, которая обеспечивает быстроту и удобство подключения к штангам ванн травления и щелочной обработки. Кабель анода ванны осталивания может быть закреплен на штанге ванны.

Если толщина наращиваемого слоя значительна, при осталивании в ванне анод следует защищать чехлом из стеклоткани, а при вневаннном варианте отработанный электролит перед поступлением его обратно в ванну, пропускать через фильтр.

Осталивание бронзовых деталей. В практике наибольшее распространение получило осталивание бронзовых втулок, поэтому именно о них и будет речь. Но принципиальной разницы при осталивании бронзовых, медных или латунных изделий нет.

Обычно восстановление бронзовых втулок производят путем обжигания, с последующей разверткой отверстий и наращиванием или меднением наружных поверхностей. Восстанавливать посадочные поверхности втулок после обжигания выгоднее осталиванием: осталивание примерно в 10 раз производительнее меднения.

Осталивание наружных поверхностей втулок может выполняться в размер или с припуском на механическую обработку. Практика осталивания бронзовых втулок показала, что нецелесообразно покрывать их твердым железом. Даже при легких ударах слой такого железа отслаивается от основы, так как металл основы мягок и проминается под ударом, а твердое и хрупкое электролитическое покрытие проминаться не может. Поэтому при осталивании бронзовых, медных и латунных деталей следует стремиться к получению мягких осадков.

Старая технология осталивания бронзовых втулок значительно отличается от технологии осталивания стальных и чугунных изделий (см. книги М. П. Мелкова). В числе операций ее имеются такие, как травление в концентрированной азотной кислоте и декапирование в 10% растворе серной кислоты.

На заводе «Авторемлес» на основе все той же горячей щелочной ванны разработана технология осталивания бронзы, почти полностью совпадающая с техноло-

Таблица основных операций технологии

Материал детали	Ванна трав- ления	Щелоч- ная ван- на	Ванна осталивания выдержка без тока предзари- тельно по- догретых деталей	начальный ток	
	1—5 г/л соляной кислоты, 200 г/л поваренной соли. Темп. 20—60°C Ток 10— 40 а/дм ²	200 г/л ка- устика, 100 г/л кальц. со- ды, 5—10 г/л жидк. стекл. Темп. 65°C и более. Ток 30 и более а/дм ²		5 а/дм ²	25—30 а/дм ²

	Время обработки				
	1—5 мин.	0,5—2 мин.	5—15 сек.	4—5 мин.	—
1. Глубоко цементи- рованные высоко зака- ленные стали без предварительной ме- ханической обработки	—	0,5—2 мин.	5—15 сек.	4—5 мин.	—
2. Все другие стали с не- большим дефектным слоем	—	0,5—2 мин.	5—15 сек.	4—5 мин.	—
3. То же, при размер- ном осталивании	—	0,5—2 мин.	5—15 сек.	0—1,5 мин.	—
4. То же, с глубоким де- фектным слоем	2—5 мин.	0,5—2 мин.	5—15 сек.	4—5 мин.	—
5. Чугуны	—	1—2 мин.	5—15 сек.	4—5 мин.	—
6. Медь и ее сплавы	—	2—5 мин.	5—15 сек.	—	1—2 мин.

Примечание. При размерном осталивании начальный ток в ванне осталивания в некоторых случаях (при весьма малой площади осталивания) может быть больше указанного в настоящей таблице.

гией осталивания стали. Подробно излагается эта технология несколько ниже, а здесь приводятся основные операции этой технологии.

Смонтированные на подвесное приспособление бронзовые втулки помещают на анодную штангу горячей щелочной ванны и подвергают обработке током плотностью около 30 а/дм² в течение 3—5 минут. Время обработки может быть определено визуально, обработку заканчивают, когда детали примут ровный желтый цвет. После холодной промывки и нагрева в горячей воде детали помещают в ванну осталивания, где выдерживают без тока 5—10 секунд. Время выдержки без тока также определяется визуально: детали должны принять ровный красный цвет, похожий на цвет отожженной меди.

После такой подготовки подается начальный ток плотностью 25—30 а/дм² в течение 1—2 минут, затем ток снижается до 10—15 а/дм², то есть до рабочего, при котором и протекает электролиз осталивания.

Практика показала, что для обеспечения прочного сцепления осажденного слоя требуется начальный ток большой плотности.

Таким образом, видно, что описанная технология осталивания бронзы отличается от технологии осталивания стали только плотностью начального тока. Применение горячей щелочной анодной обработки позволило унифицировать процесс осталивания стали, чугуна и меди, имея в распоряжении всего лишь три технологические ванны.

Сводная таблица режимов осталивания. Унификация технологического процесса осталивания на основе применения анодной обработки в щелочной ванне для подготовки поверхностей к осталиванию деталей из сталей, чугунов, меди и ее сплавов становится наглядной при рассмотрении сводной таблицы режимов осталивания (табл. 3), в которую для краткости помещены только основные операции технологического процесса.

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗА

Далеко не во всех случаях механические свойства электролитического железа могут удовлетворять условиям работы детали в узле. При тяжелых контактных на-

грузках и в условиях абразивного трения электролитическое железо, полученное в простых электролитах, не может удовлетворительно работать, поэтому встала задача повышения физико-механических свойств электролитических железных покрытий.

Наиболее удачными решениями этой задачи являются осталивание твердым электролитическим сплавом желе-

зо — никель и цементирование электролитического железа.

Ниже приводится краткое описание этих способов, которое не может служить руководством для их применения и задачей которого является заинтересовать читателя.

Остаивание электролитическим сплавом железо — никель. Осаждение сплава железо — никель достигается добавкой хлористого никеля в электролит остаивания.

Электролитический сплав железо — никель имеет повышенные против чистого железа износостойкость, предел прочности и пропорциональности и повышенную вязкость. У покрытия более четко выражена слоистость и более редкая сетка трещин, чем у чистого железа, в то же время в сплавах с небольшим содержанием никеля напряжения сильнее его. Это противоречие объясняется увеличенной прочностью сплава на разрыв.

Рекомендуемые в литературе сплавы с содержанием никеля от 1,8 до 3% и твердостью 460—480 кг/мм² получают из электролита, содержащего 200 г/л FeCl₂·4H₂O + 12 — 20 г/л NiCl₂·6H₂O при кислотности 1,5—2,0 г/л HCl. Никель вводят либо в виде раствора хлористой соли, либо проработкой никелевых анодов до получения нужной концентрации. Начальную плотность тока задают в размере 3 а/дм², так как при этой плотности получают наиболее прочную сцепляемость, во всем остальном технологический процесс не отличается от обычного остаивания. Электролиз ведут при анодах из малоуглеродистой стали.

Контролируют содержание хлористых солей лабораторным анализом, для чего сначала замеряют плотность и по таблице для хлористого железа определяют с незначительной ошибкой суммарную концентрацию хлористых солей, затем любым методом титрования находят концентрацию хлористого железа. Разница между этими величинами дает концентрацию хлористого никеля с достаточной для производства точностью.

Установлено, что железо-никелевый сплав меньше, чем чистое железо, снижает усталостную прочность деталей, работающих при знакопеременных нагрузках. Срок службы деталей возрастает по сравнению с восстановленными простым остаиванием на 25%, а удорожание работы составляет лишь 3,2%.

Цементованные электролитические покрытия. Продлить срок службы осталенных деталей, работающих в тяжелых условиях при контактной нагрузке от роликов и игл или при абразивном изнашивании, что особенно заманчиво при небольших износах на больших площадях, можно путем цементации и последующей термообработки. При этом наиболее высокий эффект достигается при цементации электролитического сплава железо — никель. В последнем случае иногда выгодно изготавливать ответственные детали из дешевых марок стали и затем упрочнять их этим способом.

Исследованиями установлено, что покрытия, предназначенные для упрочнения этим способом, должны быть твердости порядка 270—300 кг/мм², для чего получать их следует на относительно мягких режимах. Осадки, полученные при жестких режимах, дают более низкие результаты, что видно из следующей таблицы.

Таблица 4

Сравнительная таблица пределов контактной выносливости покрытий и сталей

Наименование покрытия или марка стали	Предел выносливости, кг/см ²
Цементованная сталь 20	34250
Цементованная сталь 20X	36600
Твердое электролитическое железо	18750
Электролитический сплав железо — никель (2,7% никеля)	17500
Цементованное электролитическое железо НИТ	35000
То же, ВИТ	56172
Цементованный сплав железо — никель ВИТ	33300
То же, НИТ	41700

Примечание. НИТ — покрытие низкой исходной твердости, ВИТ — высокой исходной твердости.

Из табл. 4 видно, что цементованный сплав железо — никель вполне работоспособен при контактных нагрузках роликами и иглами, которая в зоне контакта редко превышает 30000 кг/см².

Рекомендуется следующий уже установившийся на некоторых предприятиях технологический процесс:

1. Подготовка деталей к нанесению покрытия — вос-

становление базовых поверхностей, исправление геометрической формы.

2. Осталивание по обычной технологии при плотности тока 20 а/дм² и температуре 80°.

3. Цементация.

4. Закалка нелегированных покрытий с 780—800° в воде, легированных — с 820—860° в масле.

5. Отпуск при 160—180° в течение 1,5—2 часов.

6. Механическая обработка.

Осталивание железо — никелем можно делать в растворах различной концентрации, стремясь получить указанную выше твердость и содержание никеля 3—4%. При работе следует иметь в виду, что скорость цементации покрытий несколько ниже, чем скорость цементации стали.

РАСЧЕТЫ, ПРОИЗВОДИМЫЕ ПРИ ОСТАЛИВАНИИ

При осталивании деталей приходится производить расчеты по определению активной, то есть находящейся под напряжением, площади катода (детали), активной площади поверхности подвесного приспособления (обычно эту поверхность стараются изолировать) и активной площади дополнительных катодов, а также активной площади анодов. Расчеты эти, как правило, сводятся к определению площади боковой поверхности цилиндра и площади круга. Для осуществления заданного режима электролиза необходимо также подсчитать силу начального и рабочего тока.

Для сокращения времени на эти расчеты полезно иметь на рабочем месте, лучше всего — у верстака, таблицы площадей боковой поверхности цилиндра и площади круга, а у щита управления или у рубильника ванны осталивания — таблицу силы тока, соответствующую режиму и площади осталивания. Эти таблицы следует четко написать на крупных листах бумаги и поместить в застекленные рамки.

Площадь боковой поверхности цилиндра вычисляется по формуле:

$$F_{\pi} = \pi d l,$$

где π — 3,14;

d — диаметр цилиндра;

l — длина образующей цилиндра.

Площадь круга вычисляется по формуле:

$$F_{\text{кр}} = \frac{\pi d^2}{4}.$$

Все расчеты удобно производить в дециметрах (1 дм = 10 см = 100 мм, 1 дм² = 100 см² = 10000 мм²), так как режимы электролиза задаются обычно в расчете на 1 квадратный дециметр.

Сила тока I определяется из уравнения:

$$I = F_{\text{кр}} \cdot D_{\text{к}}, \text{ ампер}$$

$F_{\text{кр}}$ — площадь катода (детали и открытых поверхностей подвески), дм²;

$D_{\text{к}}$ — катодная плотность тока, а/дм². Как уже указывалось, в период «разгона» катодная плотность тока меняется обычно с 3—5 а/дм² до 40—50 а/дм².

Расчет времени электролиза. Согласно законам Фарадея:

$$T = \frac{1000 \gamma h}{C D_{\text{к}} \eta},$$

где T — время электролиза в часах;

γ — удельный вес железа = 7,8 к/см³;

h — средняя толщина осадка в мм;

C — электрохимический эквивалент железа = 1,04 г/а-ч;

η — катодный выход железа по току, который при расчетах принимается равным 75%;

$D_{\text{к}}$ — катодная плотность тока в а/дм².

Подставив эти значения в формулу, получим:

$$T = \frac{100h}{D_{\text{к}}}. \quad (1)$$

Откуда:

$$h = \frac{T \cdot D_{\text{к}}}{100}. \quad (2)$$

Формулой (1) пользуются для определения продолжительности электролиза, если задана толщина осадка,

исходя из замеров деталей. Катодную плотность тока мы выбираем, сообразуясь с желаемой твердостью осадка. Формулой (2) пользуются значительно реже. Это приходится делать, например, в том случае, когда по каким-либо причинам электролиз оказался прерванным. Зная время, в течение которого проходил электролиз, мы можем по формуле (2) подсчитать среднюю толщину полученного осадка.

При работе в размер наиболее удобно определять время электролиза, пользуясь формулой (1), при работе же с припуском на механическую обработку условно считают, что при осталивании каждые 10 а/дм² плотности тока за час дают 0,1 мм толщины осадка. Допустим, что требуется получить осадок толщиной 0,2 мм при плотности тока 40 а/дм². Зная, что за час при 40 а/дм² осадок получится толщиной 0,4 мм, легко сообразить, что 0,2 мм наращиваются при этой плотности за 0,5 часа.

Необходимо оговориться, что все изложенное относится к определению средней толщины осадка. На практике близкие к расчетным результатам величины получаются только при гладких удлиненной формы деталях. На деталях, имеющих канавки, выступы, пояски и другие неровности поверхности, результаты будут отличаться от расчетных в ту или другую сторону. В таких случаях для каждого вида деталей можно к формуле (1) определить поправочный коэффициент и представить ее так

$$T = K \frac{100h}{D_k} \quad (3)$$

Определение поправочного коэффициента делается опытным путем следующим образом. Допустим, что при $D_k = 40$ а/дм² на детали с неровностями требуется получить осадок толщиной 0,4 мм. Расчетное время, очевидно, равно одному часу. Ведем такой электролиз в течение одного часа и по окончании его замеряем деталь. Толщина осадка определится, как полуразность между величинами диаметров до и после осталивания. Поправочный коэффициент будет равен отношению расчетной толщины осадка (в данном случае 0,4 мм) к фактически полученной толщине. Если фактически полученная толщина осадка оказалась меньше расчетной, то коэффициент будет больше единицы, если — больше, то коэффициент

меньше единицы. Замеры следует производить у середины гладких поверхностей, подальше от острых кромок. Определенный для данного вида деталей поправочный

коэффициент $K = \frac{hp}{h\phi}$ следует записать, чтобы пользо-

ваться им, когда такого вида детали снова придется осталивать.

Практический смысл этого коэффициента заключается в том, что он дает возможность ориентироваться при осталивании деталей, приблизительно похожих по конфигурации на те, для которых он определен. Вообще же следует записывать весь найденный оптимальный режим, то есть силу тока по амперметру, время электролиза в каждой ванне и количество деталей на подвесном приспособлении.

Пример расчета. На двух подвесках смонтированы детали, шейки которых подлежат осталиванию. Диаметр шеек — 64,8 мм. Общая длина шеек 850 мм. Задача довести диаметр шеек до 65,2 мм при твердости покрытия 500 кг/мм². Кроме шеек деталей ток воспримет два поддона подвесок, диаметр которых равен диаметру шеек деталей. Все остальные части подвесок и деталей надежно защищены и тока не воспринимают.

Решение. Определим размеры активной поверхности. Она состоит из боковой поверхности цилиндра, диаметр которого равен 65 мм, длина по условию задачи 850 мм и двух кругов диаметром по 65 мм.

Площадь цилиндра составляет:

$$F_{\text{ц}} = \pi d l = 3,14 \cdot 0,65 \cdot 8,5 = 17,4 \text{ дм}^2.$$

Площадь двух поддонов составляет:

$$F_{\text{кр}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 2 = \frac{3,14 \cdot 0,65^2}{4} \cdot 2 = 0,6 \text{ дм}^2.$$

Общая активная площадь:

$$F_k = 17,4 + 0,6 = 18 \text{ дм}^2.$$

Теперь необходимо определить силу начального и рабочего тока. Начальный ток задается обычно из такого расчета, чтобы плотность его составляла 5 а/дм², а рабочий — из условия получения необходимой твердости покрытия. Твердость 500 кг/мм² может быть получена при

$D_k = 30$ а/дм² и температуре 60°C. В таком случае для поверхности 18 дм² при плотностях тока 5 и 30 а/дм² находим соответственно силы тока в 90 и 540 а.

Чтобы закончить с расчетами по этому примеру, нам осталось определить продолжительность электролиза осталивания. Требуемую толщину осадка определим как полуразность между диаметрами шеек деталей до и после осталивания:

$$h = \frac{65,2 - 64,8}{2} = 0,2 \text{ мм.}$$

По формуле $T = \frac{100h}{D_k}$ найдем:

$$T = \frac{100 \cdot 0,2}{30} = \frac{2}{3} \text{ часа, или 40 минут.}$$

ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОСТАЛИВАНИЯ НА ЗАВОДЕ «АВТОРЕМЛЕС»

1. Технология осталивания фланца кардана трактора ТДТ-60/75 (деталь № 60-16-012). До применения осталивания деталь восстанавливалась полуавтоматической наплавкой. В технологию реставрации наплавкой входило также восстановление внутренней шлицевой поверхности, так как в результате перегрева деталь коробило. Обдирка производилась на токарном станке, далее поверхность $\varnothing 65^{+0,2}$ шлифовалась. Восстановление шлицов производилось на долбежном станке, при этом гребни частично срезались. После шлифования на большом числе деталей были видны следы непровара, что значительно снижало качество детали, восстанавливаемая поверхность которой работает в паре с сальником. Восстановлению подвергается изношенная поверхность $\varnothing 65$ (см. рис. 4), при восстановлении осталиванием устанавливалась следующая технология. Фланцы проходят дфектовку в общем порядке в разборном отделении сразу после мойки. Те из них, которые имеют значительные местные выработки в виде кольцевых канавок глубиной более 0,3 мм, направляются в механическое отделение, где на токарном станке шейку обрабатывают

выведения выработки и зачищают шкуркой. Детали, не имеющие таких глубоких выработок, направляются сразу на участок осталивания.

Моечные машины плохо промывают шлицы, в которых остается немало грязи и масел. Часть фланцев вообще минует моечную машину, поэтому работа начинается с удаления грязи и масел; для этого служит бак с дитопливом и щетки. Промытые детали укладываются на противень, где с них стекает соляр. Когда соляр стечет, детали обтирают ветошью. При помощи штангенциркуля определяют износ и рассортировывают детали по величине износа, раскладывая на размерные группы с интервалом 0,3 мм на диаметр. Получают две, а иногда и три таких группы. После этого монтируют детали на подвесное приспособление, на котором детали закрепляются клином. На подвеску монтируются детали только одной группы в количестве 7 штук. При монтаже выравнивают кромки деталей, после чего производится окончательная затяжка их клином и монтаж распашных футляров, предохраняющих от осталивания не подлежащие наращиванию поверхности. Наращивание шеек производится с припуском. Припуск необходим, потому что многие детали при шлифовке садятся на оправку с биением.

Гальванические операции.

1. **Травление.** Завесив на анодную штангу навеску, запускают мотор-генератор и рубильником включают ток на ванну травления. Сила тока доводится до 450—500 а, что создает на обрабатываемых шейках плотность тока около 30 а/дм², так как общую активную площадь навески следует считать равной примерно 16 дм². Площадь обрабатываемых шеек при этом немного больше 10 дм². Это несовпадение обусловлено тем, что высота шеек и остальной части фланца у различных деталей сильно разнится, поэтому распашные футляры пришлось изготовить в расчете на наиболее длинные шейки, и они оставляют неприкрытой значительную часть не подлежащей осталиванию поверхности. Травление продолжается 1,5—2 минуты в зависимости от глубины дефектного слоя. За это время стравливается до 0,10—0,12 мм на диаметр. Те из деталей, поверхности которых сохранили металлический блеск, травлению не подвергаются, а обрабатывают шкуркой на специальном приспособлении. Делается это до монтажа на подвеску. У обработанных

шкуркой фланцев гальванические операции начинаются со щелочной ванны. Протравленные фланцы промывают в холодной воде путем 4—5-кратного кунания (все перемещения навески после ее монтажа производятся при помощи тельфера) и завешивают на анодную штангу щелочной ванны.

2. Обработка в щелочной ванне. Завесив на штангу навеску, оператор переходит к щиту управления и включает рубильник щелочной ванны. К этому времени щелочная ванна нагрета до $65\text{--}70^\circ$, ее электролит доведен добавкой воды до метки и перемешан лопатой. Напряжение машины не меняется, и в щелочной ванне детали обычно находятся под током несколько большей плотности, чем в ванне травления, так как электропроводность щелочного электролита несколько выше. Щелочную обработку ведут в течение 40—45 секунд, а если электролит работает недавно или концентрация его слаба, то время обработки увеличивается и доводится до 1,5-и даже до 2 минут. Это время обработки оператор предварительно устанавливает на нетравленных фланцах, наблюдая их потемнение в результате образования оксидной пленки. Обработанные в щелочной ванне нетравленные фланцы должны заметно потемнеть. При этом потемнение обычно неравномерное, иногда с хорошо выраженным дымчатым рисунком. Это время обработки, если нет нужды в контроле, оператор остается у щита управления. По истечении времени обработки выключается ток, и детали снова промываются в ванне с холодной водой. Если обработка окажется недостаточной, что заметно только на нетравленных деталях, ее повторяют, добавляя примерно 30 секунд.

Промытые детали перемещаются в ванну подогрева, в которой они остаются висеть на крюке тельфера, а оператор переходит к щиту управления и при помощи реостата снижает напряжение до 2,8 в. Для прогрева фланцев требуется примерно 1,5 минуты. Иногда это время сокращают, приводя навеску в движение тельфером. Ванна подогрева к началу операций нагрета до 60° .

3. Осталивание. По истечении времени нагрева оператор перемещает навеску в ванну осталивания и, оставив ее висеть на крюке тельфера, переходит к щиту управления. Перейдя к щиту, завешивает навеску на катодную штангу ванны. За это время детали находятся в электро-

лите осталивания без воздействия тока. Выдержка длится 10—15 секунд, после чего включается ток. К этому времени электролит ванны доведен до рабочих параметров, то есть нагрет до 60° , кислота добавлена до 3—4 г/л HCl, уровень — до метки, и завешены 4 анода с таким расчетом, чтобы катодно-анодное расстояние составило 250—300 мм.

При включении тока амперметр показывает около 80 а, а плотность тока составляет, следовательно, около 5 а/дм². При этой плотности детали выдерживают от 4 до 5 минут. Затем реостатом повышают напряжение, доведя ток до 160 а (плотность до 10 а/дм²) и выдерживают 3 минуты. Далее повышают ток до 320 а и выдерживают 2 минуты, наконец, доводят плотность тока до расчетной — 30—35 а/дм². При этом сила тока устанавливается около 500 а. Как уже упоминалось, длина шеек фланцев сильно разнится, поэтому активная площадь навесок колеблется в пределах 15—17 дм², что и отражается на истинной плотности тока. Иногда для ускорения электролиза сближают аноды с деталью до 200—180 мм. Делать это можно тогда, когда износ невелик и электролиз продлится 30—40 минут. При износах, требующих более длительного электролиза, такого сближения анодов не делают, так как это ведет к усиленному дендритообразованию, особенно на кромках необработанной части фланца. Дендриты прикрывают (экранируют) наращиваемые шейки, и они прекращают наращиваться.

По истечении расчетного времени электролиза выключают рубильником ток (не выключая генератора), приподнимают навеску и при помощи непроходной скобы проверяют толщину наращенных шеек (обычно — двух). Если скоба проходит, электролиз продолжают (замер следует делать быстро, чтобы не осушить детали), если скоба не проходит, навеску перемещают в ванну нагрева, где ее промывают от электролита 4—5 окунациями.

4. Нейтрализация. Промытую навеску завешивают на анодную штангу щелочной ванны и включают ток. Длительность обработки — 1 минута. Операция ничем не отличается от щелочной обработки перед осталиванием, проводится на той же плотности тока. Если заведомо известно, что детали не скоро попадут на шлифовку, длительность обработки под током увеличивают до 2 минут

для получения более толстой оксидной пленки на деталях.

После нейтрализации детали тщательно промывают в холодной воде, для чего делают обычно 6—7 окунаний. После промывки навеску демонтируют. Демонтаж футляров производится обычно перед нейтрализацией.

Если известно, что детали пролежат на участке остваливания несколько дней, для консервации их окунают в бак с соляром, если детали будут шлифовать через день-два, то консервации не делают.

Перед консервацией удаляют дендриты с кромок деталей и непрочно приставший слой на необработанных

местах фланцев, которые не были защищены футлярами. Удаление дендритов делают драчевой пилой. На этом операция остваливания заканчивается.

Конструкция подвески для остваливания фланцев. Подвеска (рис. 3) состоит из стального стержня (1) диаметром 16 мм, разрезанного в верхней части и сваренного двумя кусками полосовой стали так, что образуется щель 16 на 60 мм. Вверху стержень загнут и образует грузовой крючок (2), а рядом припаян медью бронзовый контактный крючок (3). Внизу на стержень наварена гайка, образующая головку (4). На каждую подвеску изготовлены съемные части — установочная втулка (6), представляющая кусок газовой трубы диаметром полтора дюйма и длиной 100 мм, закладная скоба (7), согнутая из листовой стали толщиной 2,5—3 мм и клин из такой же стали.

Клиновое крепление деталей на подвеске очень удобно в эксплуатации, так как не требует никакого ухода. Располагать его следует выше уровня электролита в ваннах.

Технология остваливания ведущих шестерен (деталь № 60-15-006). Остваливание этих шестерен является примером размерного остваливания. Восстановлению подвер-

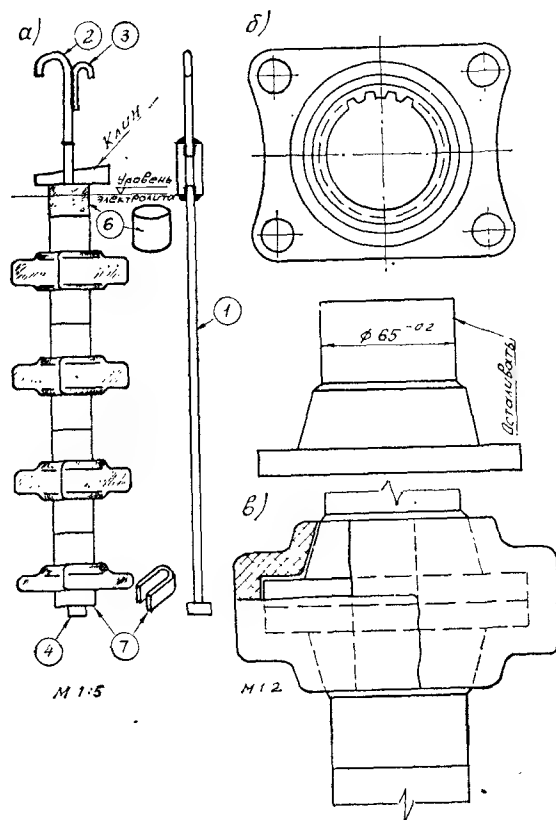


Рис. 3. а) подвесное устройство; б) эскиз фланца детали № 60-16-012 в) резиновый футляр и способ его монтажа

гаются шейки $\varnothing 90 + 0,003$ и $\varnothing 95 + 0,003$. Шейки эти являются посадочными местами подшипников качения, и износы их обычно измеряются несколькими сотыми миллиметра, изредка достигая величины порядка 0,2 мм. Детали с износами более 0,20 мм на диаметр отбраковываются, так как несовершенство изготовленных защитных футляров не позволяет восстанавливать их, но таких деталей немного. Шестерни поступают на участок довольно чистыми, поэтому, как правило, не подвергаются дополнительной промывке. Установилась следующая технология остваливания шестерен:

1. Зачистка шкуркой дефектных шеек вручную. Дефектные шейки помечены на дефектовочном участке красной краской, поэтому перед зачисткой краска удаляется ножом. Обработку ведут до светлого металлического блеска крупной шкуркой, как более производительной.

2. Замер износов и сортировка по размерам. Одновре-

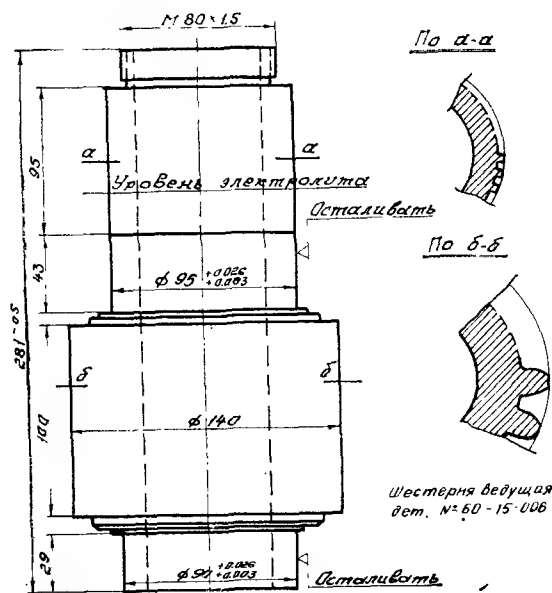
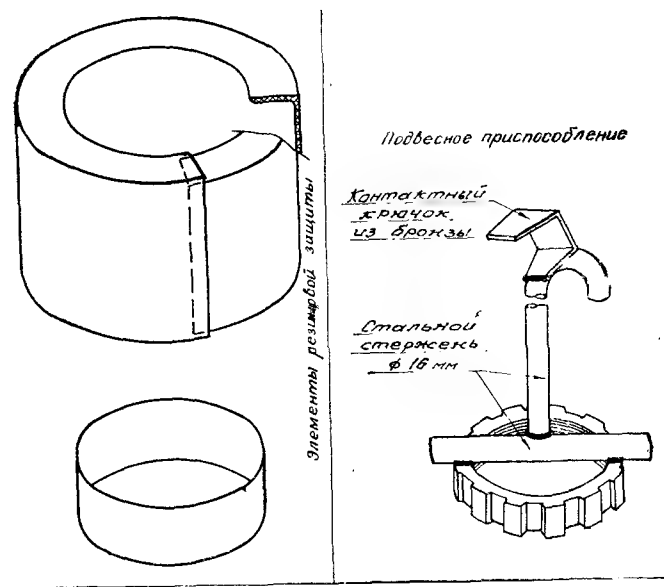


Рис. 4

менно могут осталиваться шейки, различающиеся в диаметрах не более 0,02 мм, то есть не более допуска, обозначенного в чертеже детали. Сортировка и осталивание осложняются тем, что чаще всего на одной и той же детали износы отличаются более 0,02 мм. Поэтому величина износа надписывается мелом на шейке, а осталивание производится за два приема.

3. Монтаж на подвесное приспособление. При монтаже подбирают две шестерни (на подвеску монтируются две шестерни), шейки которых имеют попарно одинаковый износ, например две шейки, имеющие износ 0,05 мм, и две шейки, имеющие износ 0,07 мм. Одна пара шеек закрывается защитными футлярами, а другая осталивается. После осталивания первой пары шеек их закрывают футлярами, а вторую осталивают. При этом шестерни с подвески не снимают.

4. Подсчет активной площади. Осталиваемые шейки имеют площадь поверхности около 1,0 и 1,3 дм², осталиваются одновременно от двух до четырех шеек, поэтому активная площадь навески может составить от 2,0 до 4,6 дм². Но к этой площади следует добавить площадь поддонов подвесных стержней, которые очень трудно поддаются изоляции, и ту площадь, которая воспринимает ток благодаря неплотно прилегающим футлярам защиты зубьев шестерни. На торцах некоторых зубьев слой железа даже осаждается и довольно прочно, но допуски на длину зубьев велики, и удлинение зуба на несколько сотых миллиметра ничем не грозит. Поэтому с этим в общем-то нежелательным явлением не борются. Установлено, что общая дополнительная активная площадь составляет около 2 дм². Эту цифру и добавляют к активной площади осталиваемой пары шеек.

5. Монтаж защитных футляров. Монтаж защитных футляров проводится в два приема — часть футляров монтируется при монтаже на подвесное приспособление, часть — после анодной щелочной обработки. Монтировать все футляры после щелочной обработки, как это было бы желательно, слишком долго, так как на каждую шестерню полный комплект футляров состоит из трех частей. Поэтому те части, закрепление которых отнимает больше времени, монтируются до щелочной обработки, а защита зубьев, отнимающая при монтаже времени меньше, — производится после нее.

6. Щелочная обработка. Смонтированную навеску, на которой закреплены футляры, защищающие шейки, завешивают на анодную штангу щелочной ванны, электролит которой к этому времени доводится до рабочих параметров, затем включают генератор и подают ток на ванну при наибольшем напряжении генератора на 30—60 секунд, контролируя готовность обрабатываемых поверхностей по цвету, как об этом уже говорилось. Плотность тока на шейках при этом устанавливается не менее 40 а/дм².

По истечении времени обработки ток выключают, навеску перемещают в ванну промывки, где промывают ее путем 5—6 окунаний и закрепляют на шестерне футляры защиты зубьев. После этого навеску еще раз опускают в ванну промывки и перемещают в ванну подогрева.

7. Осталивание. Оставив навеску в ванне подогрева, оператор переходит к щиту управления и реостатом устанавливает напряжение генератора на 2,5 в. Затем возвращается и перемещает навеску в ванну осталивания, сначала просто погрузив ее в электролит, а потом завешивает на катодную штангу. Такой прием позволяет избежать обсыхания деталей и выдержать их в течение 10 секунд без тока в электролите. После выдержки включают начальный ток, плотность которого при такой небольшой активной площади (в среднем активная площадь составляет около 4 дм²) и установленном на 2,5 в напряжении оказывается около 10 а/дм². Начальный ток выдерживают в течение 1,5 минуты, далее удваивают его на 0,5 минуты, а затем доводят до плотности 30 а/дм², при которой наращивание ведут до необходимой толщины осаждаемого слоя. При плотности тока 30 а/дм² за минуту диаметр прибавляется на 0,01 мм. При этом учитывают толщину слоя, осевшего во время разгона, которая в среднем равна одной сотой миллиметра.

При осталивании шестерен аноды завешиваются в количестве 4 штук. Причем анодно-катодное расстояние выдерживают в 200—250 мм. Следует отметить, что на заводе большей частью работают 4 постоянных анода с начальным диаметром 60 мм. Их заменяют при уменьшении диаметра до 30—25 мм. По окончании расчетного времени электролиза ток прекращают, навеску приподнимают тельфером над ванной и непроходной скобой

проверяют результат работы. Если скоба проходит, навеску вторично завешивают на штангу и продолжают электролиз. По окончании электролиза навеску перемещают в ванну подогрева, где промывают ее, окуная до 4 раз.

8. Нейтрализация. Перед нейтрализацией снимают все футляры. Для нейтрализации навеску завешивают на анодную штангу щелочной ванны и в течение 30—45 секунд обрабатывают максимальным током. Нейтрализованные и оксидированные таким образом шестерни промывают (6—8 окунаний) в холодной воде ванны промывки, снимают с подвешного приспособления и после просушки погружают в бак с соляром для консервации.

Изредка, для контроля, размеры шеек проверяют посадкой подшипника. Посадка подшипника с последующим снятием его служит также проверкой прочности сцепления осажденного слоя с металлом шестерни.

Технология осталивания посадочного места обоймы подшипника № 7613 в катке трактора ТДТ 60/75 (деталь № 60-33-007). Осталивание этого катка является примером осталивания внутренней полости и одновременно примером вневанного осталивания, так как габариты катка не позволяют поместить его в ванну. Для осуществления работы изготовлены грузозахватное приспособление и приспособление для осталивания.

Грузозахватное приспособление состоит из трех подвесок с крючками, объединенных общим кольцом, надеваемым на крюк тельфера. Кольцо (3) прокладывается под каток, за него зацепляют крючки (1). Это кольцо потребовалось в виду того, что спицы катка выполняются самой разнообразной формы и надежно зацепить каток за спицы не представляется возможным (рис. 3).

Приспособление для осталивания состоит из электродов (4), один из которых для ванны осталивания трубчатый, а другой — для ванн травления и щелочной обработки — сплошной. Трубчатый электрод выполнен из куска газовой полудюймовой трубы. Нижний конец его обработан на конус, а к верхнему наглухо прикреплен кабель, способный выдержать нагрузку в 300 а. На другом конце кабеля припаяна медью бронзовая вилка для контакта со штангой ванны. В 100 мм от нижнего конца электрод просверлен (отверстий 10—12 мм). Отверстия

в электроде служат для слива излишков электролита и определяют уровень электролита в ступице катка, когда к катку прикреплен резиновая прокладка (5) с центральным отверстием, в которое вставляются электроды. Резиновая прокладка прижимается к ступице кольцом (6), которое крепится болтами. Когда резиновая прокладка (5) прикреплена и в ее отверстие вставлен электрод, в ступице образуется ванночка, стенками которой служит, подлежащее восстановлению, посадочное место подшипника. Износ посадочного места колеблется от 0,03 до 0,10 на сторону, осталивание производится в размер, причем контролируют либо шаблоном, либо непосредственно обоймой подшипника. Если работа сделана хорошо и обойма села с подходящим натягом, ее не выбивают, и каток отправляется на сборку с запрессованной обоймой.

Осталивание производится следующим образом:

1. После удаления грязи и масел путем протирки смоченной в соляре тряпкой каток зачищается грузозахватным приспособлением, приподнимается, к нему прикрепляют прокладку (5) и вставляют сплошной электрод. Помещают каток над ванной травления и заливают ковшом электролит травления так, чтобы уровень его не доходил до второго посадочного места, то есть чтобы глубина электролита не превышала 100—120 мм. После этого включают ток при напряжении машины 5 в. Ток получается силой около 200 а, а плотность его приближается к 40 а/дм², так как активная площадь посадочного места равна 1,75 дм². Кроме того, электролит смачивает необработанные после литья стенки ступицы, активная площадь которых около 3 дм², а вся активная площадь следовательно около 5 дм². Продолжают травление не более одной минуты, выключают ток и электрод вытягивают из отверстия прокладки (5). Через открытое отверстие электролит стекает в ванну. Каток устанавливают над ванной промывки и при помощи шланга, соединенного с водопроводным краном, промывают ступицу. Вода стекает в ванну промывки. Для облегчения заливки электролитов и воды в диэлектрической шайбе (7), кроме центрального отверстия под электрод, насверлены еще четыре отверстия, в одно из которых и вставляют шланг. Следует отметить, что катки, у которых посадочное место имеет небольшой дефектный слой, травлению

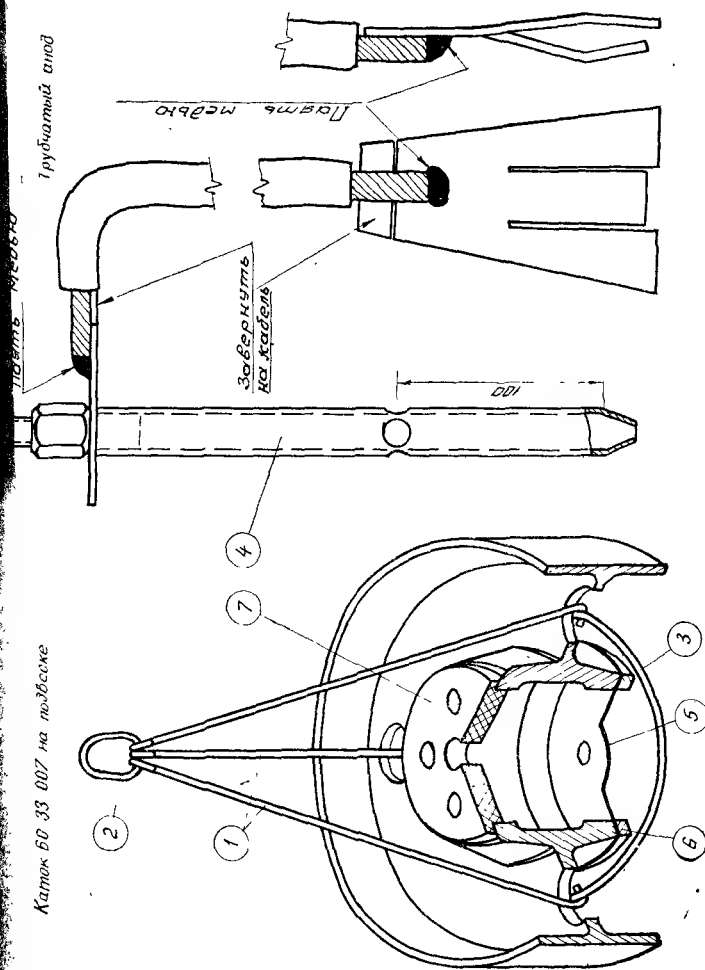


Рис. 5

не подвергают и ограничиваются зачисткой шкуркой. Осмотр и зачистка производятся до монтажа приспособления, на полу. Промытый каток перемещают и устанавливают над щелочной ванной. Сплошной электрод промывают в воде, вставляют на место в ступицу, соединяют с анодной штангой ванны.

2. Щелочная обработка. Напряжение машины повышают до 12 в. Заливают щелочной электролит до того же уровня и включают ток на 45 секунд. Если каток подвергали травлению, то сначала включают обратный ток, при котором деталь служит катодом, а по истечении 30 секунд меняют полярность на штангах с помощью рубильника. По окончании проработки выключают ток, извлекают электрод, каток перемещают и устанавливают над ванной промывки. Ступицу промывают так же, как и после травления, но несколько продолжительнее.

3. Осталивание. Подвесив каток над ванной подогрева, вставляют в ступицу трубчатый анод, так что он проходит в отверстие диэлектрической шайбы (7), но не входит в отверстие резиновой прокладки (5) и оставляет его свободным. Другой конец кабеля анода скреплен с анодной штангой ванны осталивания. На машине устанавливается напряжение в 2,5 в. При помощи эмалированного ковша энергично заливают в ступицу горячую воду из ванны подогрева, причем для ускорения заливки диэлектрическую шайбу (7) приподнимают и ставят ее косо. Горячая вода вытекает через открытое отверстие резиновой прокладки обратно в ванну подогрева. Ступица катка имеет большую металлоемкость, и, чтобы прогреть ее, продолжают заливку воды в течение не менее 1,5 минуты, стараясь, чтобы воды в ступице было как можно больше, то есть, чтобы она переливалась через верхний край. Прогрев ступицу, каток передвигают так, чтобы он оказался над ванной осталивания, вставляют анод в отверстие резиновой прокладки (5) и на его верхний конец надевают шланг от насоса, который к этому времени должен быть приведен в действие и перекачивать электролит осталивания вхолостую. На конце шланга надета текстолитовая шайба с конусным заходом для облегчения соединения с анодом. Операцию соединения шланга с анодом выполняют в очках, фартике и в перчатках, так как неизбежно разбрызгивание электролита.

По истечении времени выдержки без тока (15 секунд) включают рубильник и подают начальный ток. Осталивание осуществляется при сокращенном разгоне совершенно так же, как это делается при осталивании шестерен № 60-15-006. Последующие операции также не представляется необходимым описывать, так как делают их аналогично.

Следует объяснить только необходимость применения насоса и трубчатого электрода. Сначала применялся обычный сплошной электрод (для ванны осталивания — отдельный, так как промыть стеклотканевый чехол анода от щелочного электролита невозможно), а электролит осталивания заливался до указанной отметки, и осталивание производилось без смены электролита. Но уже через три минуты электролит закипал, а когда его сливали, он оказывался полностью обесцвеченным. При таком способе невозможно было нарастить слой более 0,03 мм. Поэтому потребовался насос для обеспечения проточного осталивания и трубчатый электрод для поддержания постоянного уровня электролита в ступице. Если бы в ступице не было второго посадочного места, которое требуется предохранить от осталивания, можно было бы обойтись простым электродом. При защите второго посадочного места резиной можно обойтись сплошным электродом, но электролит, переливаясь через край ступицы, разбрызгивается и загрязняет солями штанги и борта ванны. Поэтому был принят трубчатый электрод, при котором струя электролита ровно стекает в ванну. Производительность насоса регулируется таким образом, чтобы обеспечивался заданный уровень электролита в ступице.

После нейтрализации и окончательной промывки каток укладывается на пол, кольцо (6) и прокладка (5) удаляются и производится примерка обоймы подшипника № 7613. Если заход обоймы нормален (обойма «закусывает» и идет под ударом), посадочное место смазывают маслом и забивают обойму на место. При необходимости нарощенный слой добавляют описанным способом или стравливают над ванной травления, но эти операции с приобретением навыка отпадают.

Технология осталивания бронзовых втулок (деталь № 54-25-420). Втулки шестерни двигателя ПД-10 (бронза марки ОЦС-5-5-5) поступают на участок осталивания

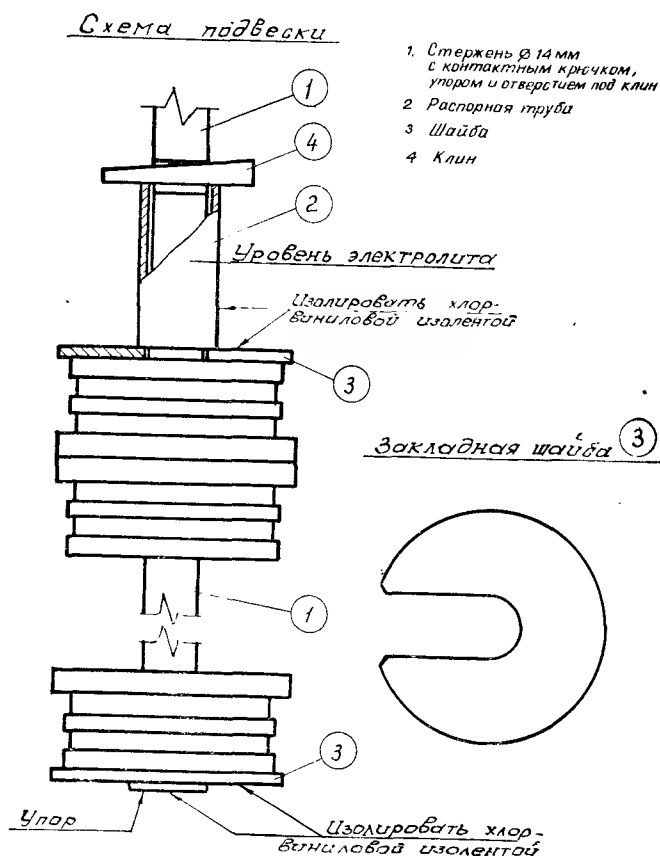
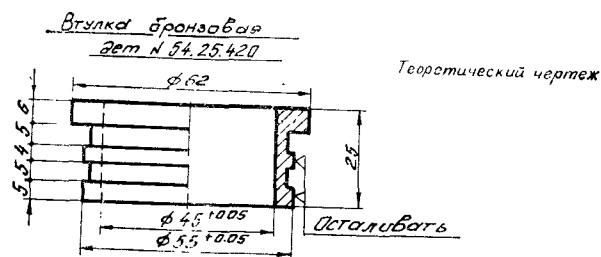


Рис. 6

чистыми. Их осталивание производится следующим образом:

1. Монтаж на подвеску. На подвеску, состоящую из стержня с упором и гайкой на конце, нанизываются 17 штук втулок, которые выравниваются и затягиваются гайкой.

2. Обработка в щелочной ванне. Навеска со втулками помещается на анод щелочной ванны, электролит которой к этому времени доведен до рабочих параметров. Активная площадь поверхности навески примерно равна 10 дм². После запуска генератора устанавливают напряжение машины на 12 в и включают ток на щелочную ванну. Время обработки длится около 3 минут и зависит от толщины окисной пленки на втулках, от концентрации каустика в электролите и температуры ванны. Готовность поверхности проверяют визуально — готовая поверхность принимает ровный желтый цвет. Подготовленную таким образом навеску промывают в холодной воде промывочной ванны вручную (навеска легкая и все перемещения и операции делают вручную), а затем помещают в ванну подогрева. Пока детали прогреваются, оператор устанавливает напряжение машины на 3,5 в.

3. Осталивание. Прогретые втулки пересаживают в ванну осталивания и выдерживают без тока в течение 5—10 секунд. Это время так же контролируется визуально, выдержка прекращается после того как втулки примут ровный красный цвет — цвет отожженной красной меди. По окончании выдержки подают ток, который при установленном напряжении оказывается равным 250—300 а, то есть плотность его составляет 25—30 а/дм². Под этим начальным током детали выдерживают 1—1,5 минуты, после чего снижают силу тока до 100—120 а, (что соответствует плотности 10—12 а/дм²), при котором и ведут осталивание до требуемой толщины осадка. На заводе «Автомремлес» осталивание втулок ведут в размер, толщина слоя осаждаемого железа составляет около 0,05 мм.

По окончании осталивания навеску промывают в горячей воде ванны подогрева, нейтрализуют на аноде щелочной ванны и консервируют совершенно также, как и другие детали, описание осталивания которых приведено выше.

Строительные требования. Участок должен иметь полы из кислотостойких материалов. Лучше всего делать полы из меглахских плиток. Полам следует придавать уклон в 1:100 в сторону канализационных трапов. Панели стен на высоту 1,8 метра следует окрасить масляной краской или облицевать плитками.

Потолки не рекомендуется окрашивать известью, так как известь вскоре отстает, осыпается и попадает в ванны, а помещение приобретает неопрятный вид.

Участок должен быть оборудован канализацией. Канализационный канал покрывают решетками, лучше всего — чугунными. Канал размещают вдоль фронта ванны. Кроме приемного трапа канализация участка должна быть оборудована колодцем-нейтрализатором, так как иногда приходится спускать испорченные щелочные растворы (реже — кислые), которые необходимо нейтрализовать. Нейтрализатор должен быть снабжен запорным приспособлением, которое дало бы возможность нейтрализовать раствор и спускать его после нейтрализации. Емкость колодца должна быть достаточно большой, чтобы процесс нейтрализации не растягивать во времени.

Освещенность участка как естественная, так и искусственная должна проектироваться по нормам механических цехов, так как при осталивании гальваностегу приходится делать замеры при помощи штангенциркуля и микрометра.

Приточно-вытяжная вентиляция выполняется по нормам гальванических цехов. При изготовлении вентиляции бортовые отсосы ванн осталивания следует выполнять из винипласта, а за неимением его — из резины на деревянном каркасе. Бортовые отсосы, выполненные из листовой миллиметровой стали, хорошо покрашенные масляной краской, выходят из строя примерно через год эксплуатации. Вытяжные стояки можно делать из досок, если под руками нет более подходящих кислотостойких материалов. Делать их из листового железа, даже при применении кислотостойких окрасок вроде бакелитовых лаков, не стоит, так как под действием испарений электролита осталивания, в которых содержится свободная

соляная кислота, они долго не простоят. Это же относится и к горизонтальным участкам воздухопроводов вытяжной вентиляции, как внутри помещения, так и снаружи. Внутренний горизонтальный участок вытяжного воздухопровода лучше всего выполнять в виде подпольного бетонного канала с асфальтовой ванной. Вытяжной вентилятор лучше устанавливать специального кислотостойкого исполнения, а за неимением его вентилятор обычного исполнения следует тщательно покрыть внутри бакелитовым лаком после предварительной подготовки поверхности.

Силовой электроэнергией участок следует питать от малонагруженной линии, так как перерывы в подаче энергии во время осталивания приводят к большим потерям времени, поскольку работу приходится повторять с начала цикла.

Участок обеспечивается паром, если предусматривается паровой нагрев ванн. Горячее водоснабжение участка очень желательно. Участок обеспечивается водопроводом. Если есть возможность, следует обеспечить участок сжатым воздухом.

Для размещения источников тока требуется отдельное помещение, причем при установке водоохлаждаемых

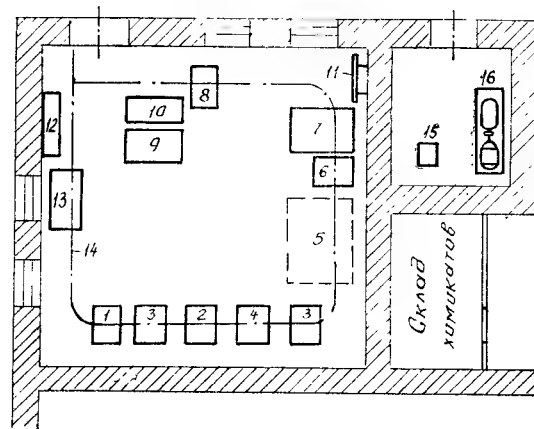


Рис. 7. Схематический план участка осталивания на заводе «Автомремлес» до внедрения усовершенствованной технологии

выпрямителей помещение это должно быть отапливаемым.

Неподалеку от участка необходимо иметь расходный склад химикатов хотя бы самых минимальных размеров — в 6—8 квадратных метров.

Участок необходимо оборудовать монорельсом с тельфером или крап-балкой с механическим передвижением.

Ванны осталивания. На участке осталивания требуются нефутерованные и футерованные ванны. Футерованные кислотостойкими материалами ванны необходимы для осталивания и для травления, промывочные ванны и ванна под щелочной электролит футеровки не требуют, ванна подогрева может быть нефутерованной, но футеровка сделает ее значительно долговечнее. Желательно, чтобы все ванны, кроме ванны холодной промывки, имели хотя бы простейшую теплоизоляцию в виде двойных стенок и днищ, а для ванны осталивания это условие является обязательным.

При проектировании ванн необходимо иметь ясность в отношении номенклатуры и предполагаемой производительности участка, так как в зависимости от этих факторов находятся размеры ванн и мощность источников постоянного тока. Проектирование ванн следует начинать с определения размеров ванны осталивания. При определении размеров ванны осталивания следует принимать во внимание следующие соображения:

а) глубина ванны должна быть равна смачиваемой длине наибольшей (по длине) навески плюс 200 мм, которые складываются из 100 мм между днищем ванны и нижним концом навески, 50 мм между верхним смачиваемым краем навески и уровнем электролита и 50 мм между уровнем электролита и верхней кромкой борта ванны. Уменьшать эти цифры не следует ни в период проектирования, ни во время работы;

б) длина ванны приближенно может быть определена по формуле:

$$l = (2n + 1)d + (2n + 2) \cdot 150 \text{ мм},$$

где n — число рядов катодов (навесок) по длине ванны;

d — осталиваемый диаметр типовых деталей выбранной номенклатуры;

150 мм — наименьшее расстояние между катодами и анодами и между анодами и бортами ванны;

в) ширина ванны определяется, исходя из того условия, чтобы между деталями на подвеске выдерживалось расстояние не меньше трех осталиваемых диаметров, если неосталиваемые размеры не вынуждают увеличить его. Такое же расстояние должно быть между крайней в ряду деталью и бортом ванны. Это условие может быть выражено формулой, определяющей ширину ванны:

$$B = d(4m + 3) \text{ мм},$$

где m — число навесок по ширине ванны;

d — осталиваемый диаметр.

При пользовании формулами, выражающими длину и ширину ванны, следует иметь в виду, что они дают весьма приближенный результат, пригодный только для прикидочного расчета. Для более точного расчета следует вычертить схемы размещения типовых деталей и анодов, предварительно задавшись числом деталей в навеске, конструкцией подвесного приспособления и длиной его l , исходя из заданной производительности ванны, — уточнить ее размеры;

г) при исчислении производительности ванны за смену по ее машинному времени следует, во-первых, один час отводить на разогрев и подготовку ванн, во-вторых, на подготовку каждой навески (от травления до подогрева включительно) — по 10 минут.

Время на подготовительные операции всей партии будет 10 пм минут или 0,17 пм часа; где пм — число навесок в ванне при катодных штангах и навесок на каждой из них.

Общее машинное время цикла осталивания складывается из времени осталивания, которое определяется

известной уже формулой $T = \frac{100h}{D_k} K$ (зависит от плот-

ности тока, конфигурации деталей и требуемой толщины осадка), времени подготовки (10 минут на каждую навеску, так как одновременно подготовительные операции возможны только для одной навески) и времени вывода на режим или времени разгона, которое примем в 15 минут на всю партию. Кроме того, при исчислении производительности в машинное время цикла необходи-

мо ввести коэффициент, учитывающий возможные неполадки (например, прекращение подачи энергии), а также неучтенное нами время выдержки без тока в ванне осталивания. Этот расход времени примем в размере 5% от времени всего цикла, тогда машинное время цикла можно подсчитать по формуле:

$$T = \left(\frac{100h}{D_k} K + 0,17 + 0,25 \right) 1,05 \text{ (часов)},$$

где h — толщина осадка в мм;

D_k — плотность тока на катоде;

nm — число навесок для одновременного осталивания;

K — коэффициент, учитывающий конфигурацию деталей.

Время на подготовку деталей до гальванических операций (промывка, дефектовка, монтаж на подвесное приспособление) можно не учитывать. Это — перекрываемое время, так как эти операции производятся в период осталивания (за исключением случая размерного осталивания);

д) при исчислении месячной производительности ванны осталивания одну смену следует жертвовать на про-филактические работы, если участок обеспечивается надежной фильтронасосной установкой, и две смены — если таковой нет;

е) при исчислении месячной и годовой производительности не менее 15% рабочего времени следует отводить на ремонт энергооборудования участка и другие работы;

ж) производительность ванны осталивания нельзя исчислять в отрыве от расчета мощности источников постоянного тока.

При проектировании размеров ванны осталивания следует учесть опыт работы существующих участков.

Ванны осталивания на Пятом Московском авторемзаводе, Саратовском авторемзаводе, депо ст. Лихоборье в Москве и на хабаровском заводе «Авторемлес» по своим размерам мало отличаются друг от друга, колеблясь в объеме от 750 до 1000 л. Так как и габариты этих ванн вполне оправдали себя при обработке автомобильных и тракторных деталей и деталей тепловозов, то можно их рекомендовать в качестве оптимальных для этих отрас-

лей производства. Приводятся внутренние размеры ванн осталивания перечисленных установок:

длина — 1100—1300 мм;

ширина — 850—1000 мм;

глубина — 725—1000 мм.

При наличии более габаритных деталей можно увеличивать необходимые размеры, например глубину, но не следует забывать, что совсем не обязательно погружать деталь полностью в электролит. Такая необходимость возникает только в тех редких случаях, когда программа производства габаритных деталей достаточно велика, а деталь покрывается по всей длине, например, при осталивании штоков гидроцилиндров. В большинстве же случаев осталивается незначительная часть длины детали и подвесное приспособление можно сконструировать так, чтобы в электролите находилась только часть длинномерной детали. Кроме того, при малой программе производства длинную деталь можно наростить за два приема. Следует также продумать возможность использования вневанного осталивания.

Вычислив размеры ванны осталивания, этим самым определяют размеры остальных ванн, так как обычно все остальные ванны выполняются той же глубины, что и ванна осталивания, а их размеры в плане и емкость делают вдвое меньше. При больших размерах ванны осталивания размеры в плане остальных ванн могут быть уменьшены более чем вдвое. Эти размеры в конечном счете зависят от габаритов наиболее крупных навесок или наиболее крупных одиночных деталей. Важно, чтобы размеры этих ванн позволяли без затруднений помещать в них крупногабаритные навески при помощи грузоподъемного механизма и чтобы катодно-анодное расстояние в гальванических ваннах при этих навесках было не менее 150—200 мм.

Следующими важными вопросами при проектировании ванны осталивания являются выбор способа ее нагрева и материала футеровки. Эти две задачи до некоторой степени связаны между собой, так как при наружном обогреве материал футеровки должен быть достаточно теплопроводным.

В зависимости от способа нагрева электролита ванны осталивания делятся на два типа: а) ванны с непосредственным нагревом электролита. Нагревательные уст-

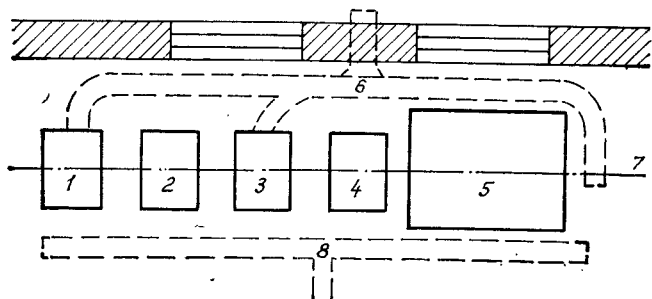


Рис. 8. Оптимальный вариант размещения технологических ванн: 1 — ванна травления; 2 — ванна промывки; 3 — щелочная ванна; 4 — ванна подогрева; 5 — ванна осталивания; 6 — вентиляционный канал; 7 — монорельс тельфера; 8 — канализационный канал

ройства в этом случае располагаются внутри ванны; б) ванны с внешним нагревом, у которых нагреватели расположены в водяной, масляной, паровой или воздушной рубашке вне ванны и с электролитом не соприкасаются.

Те и другие имеют свои преимущества и недостатки. Первые быстрее нагреваются, более экономичны, так как тепло непосредственно переходит от нагревателя к электролиту. Нагреватели их более доступны для ремонта. Но часть полезной площади у этих ванн теряется, будучи занятой нагревателями. Вторые нагреваются медленнее, так как тепло поступает к электролиту через стенки или днища, преодолевая сопротивление стенок и футеровки. Поэтому футеровку для них следует выбирать с высоким коэффициентом теплопроводности. Тепло этих ванн расходуется на ненужный обогрев внешних конструкций ванны, ремонт нагревательных устройств чрезвычайно затруднен, так как нагреватели заключены в замкнутых герметических пространствах и доступ к ним требует больших затрат труда. Но этот тип ванн лучше сохраняет постоянство температуры электролита и позволяет более полно использовать объем и площадь.

Практика показывает, что отрицательные стороны ванн первого типа менее весомы, чем второго. Поэтому следует рекомендовать для производства первый тип ванн, то есть ванны с непосредственным нагревом электролита.

После практической проверки различных способов нагрева мы пришли к убеждению, что в этом вопросе для практиков двух мнений быть не может, — по простоте, удобству в эксплуатации, эффективности, доступности и экономичности следует отдать предпочтение нагреву обычным сварочным трансформатором.

Трансформатор в 30 кВА нагревает ванну объемом 800 л от 20 до 60° за 50 минут, а от 30 до 60°, что требуется среди недели, то есть значительно чаще, — за 30—35 минут.

На заводе «Авторемлес» в течение четырех лет уход за нагревательной трансформаторной установкой сводится только к замене нагревательных стержней (Ø 40 мм) примерно раз в три-четыре месяца, а стержни из 56-миллиметровой стали марки Ст-20 работают около полугода. Стержни должны помещаться в чехлы из стеклоткани, чтобы не загрязнять шламом электролит.

При внутреннем нагреве другие нагревательные установки следует признать непригодными. Стальные паровые змеевики благодаря агрессивности электролита выходят из строя через несколько часов работы. Гуммирование их тонким слоем несущественно продляет срок их службы. Кислотостойкие змеевики значительно сокращают полезный объем ванны. При нагреве травлением острого пара в электролит могут вместе с паром попасть вещества, приводящие к его порче (антинакипин и др.).

При внешнем нагреве, то есть при нагреве водяной или масляной рубашки, следует выбирать наиболее надежные и долговечные варианты. При масляной рубашке — паровой змеевик, при водяной рубашке — нагрев травлением острого пара. Электроспираль применять не следует, чтобы не иметь неприятностей с их ремонтом.

При выборе материалов для стенок и днища ванны нужно иметь в виду, что все распространенные в промышленности металлы являются нестойкими по отношению к хлористому электролиту осталивания. Естественным решением при таких условиях является изготовление ванн из листовой низкосортной стали с кислотостойкой футеровкой. Поэтому дальше речь пойдет о материалах и способах футеровки.

В качестве футеровки на практике испытаны пленки из бакелитовых лаков, но они оказались недостаточно долговечными. Недолговечны и эмали, так как обычная

хозяйственная эмаль электролитом разрушается, а кислотостойкая, как и всякая эмаль, требует осторожного обращения, подвержена трещинообразованию при ударах и резких переменах температуры. Испытаны и дали хорошие результаты графитолитовые и антегмитовые покрытия, но эти покрытия трудоемки в исполнении, требуют применения специальных мастик и клеев и, если и не дефицитны, то во всяком случае, мало распространены, а технология их применения для широкого круга производителей незнакома. Вполне удовлетворительные результаты дает применение винипластовых покрытий. Однако, применяя винипласт, необходимо помнить, что при перегреве свыше 60° он размягчается и коробится, что может привести к выходу из строя ванны. Это может произойти, например, при соприкосновении нагревательного стержня трансформаторного нагрева с футеровкой. Хорошо зарекомендовали себя фаолитовые ванны, существуют и другие ванны заводского изготовления, но на практике чаще всего ванны изготавливают на месте. В качестве футеровки рекомендуется листовая резина, винипласт, полуэбонит или хлорвиниловый пластикат. Для авто- и трактороремонтных предприятий более удобной футеровкой является резина. При футеровке не обязательно искать кислотостойкие марки резины, доказано на практике, что любая плотная листовая резина толщиной 5—8 мм может с успехом служить футеровкой многие годы.

Технология изготовления резиновой футеровки по существу сводится к технологии вулканизации, то есть достаточно проста и не трудоемка.

Если поблизости имеются достаточной емкости автоклавы, то на дощатый болван натягивают сырую резину, проклеивая швы резиновым клеем, а затем вулканизируют в автоклаве. Готовый резиновый мешок снимают с болвана, вставляют в ванну, и он служит надежной футеровкой.

Если автоклава достаточных размеров нет, то каждое предприятие может изготовить футеровку на месте одним из следующих способов:

1. Листовой резиной 5—8 мм толщины оклеивают внутри ванну при помощи клея № 88, предварительно подготовив поверхность обезжириванием (бензин, ацетон) и травлением раствором соляной кислоты. Поверх-

ость затем необходимо тщательно промыть и просушить. Затем стыки резины зачищают терками, промывают чистым бензином и промазывают резиновым клеем, а после его подсыхания наклеивают полосы сырой резины. Наклеенные полосы прижимают стальными уголками при помощи раздвижных винтовых распорок или даже деревянных распорок на клиньях. При расклинивании распорок не следует затягивать их очень туго, так как при этом уголок можно продавить до металлической стенки ванны. Раскрепленную таким образом ванну переворачивают вверх дном, чем-нибудь прикрывают и под ванну запускают пар. Через трое суток сырая резина завулканизируется, и ванна будет готова.

2. Второй способ отличается от первого тем, что резину не приклеивают к стенкам ванны, а, наоборот, принимают меры к тому, чтобы при вулканизации она не пристала, для чего прокладывают бумагу. После вулканизации получившийся резиновый мешок извлекают из ванны, проверяют его водой и, если обнаруживается течь, снова вулканизируют так, как это делается при ремонте автокамер.

3. Можно склеить резиновый чехол из обычной листовой резины, последовательно вулканизируя швы на вул-

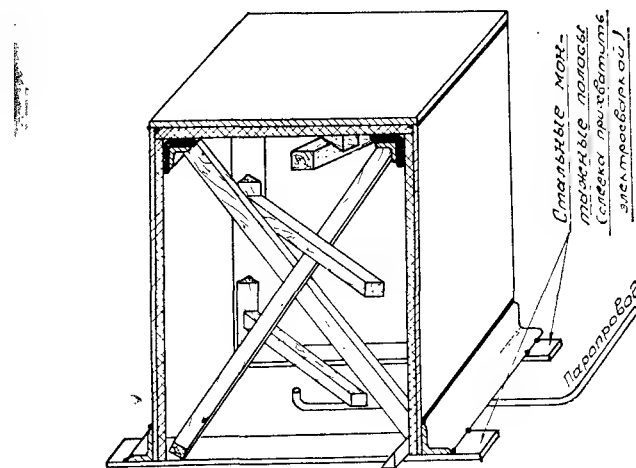


Рис. 9. Схема изготовления кислотостойкой футеровки ванн

канизационном аппарате. Полученный чехол будет некачественным на вид, но вполне надежным в работе.

Изготовление резиновой футеровки описанным образом кроме дешевизны и простоты в производстве позволяет получить весьма долговечную и надежную футеровку и таким образом полностью решает эту, когда-то казавшуюся сложной, проблему.

На рис. 9 схематически показан способ крепления швов футеровки перед вулканизацией. Для более равномерного распределения давления уголка на шов к уголку полезно приклепать резиновую полоску, по которой можно судить о давлении уголка на шов. Распорки следует ставить через 350—400 мм. Прижимные уголки изготавливают из профиля № 5 или больше. Количество швов следует по возможности сокращать, стыковать резину вне углов ванны не следует, так как при работе такие стыки будут помехой.

Ванна осталивания (описывается конструкция самодельной ванны, какими большею частью оснащены участки осталивания (рис. 10) изготавливается с двойными стенками и днищами, выполненными из 3—5-миллиметровой стали, между которыми установлены элементы жесткости с таким расчетом, чтобы при наполнении или опорожнении ванны днище и стенки ванны не получали значительных прогибов, ведущих к моментальным изменениям их формы, что сопровождается «стрельбой» и разбрызгиванием содержимого. Стенки и днища делают двойными для теплоизоляции. Промежуток между ними заполняют шлаковатой или другими теплоизоляционными материалами или оставляют незаполненным. Известна попытка изготовления ванны с одинарными стенками емкостью в 1000 литров. При нагреве ванны двумя трансформаторами ТС-500 в течение нескольких часов эта ванна не нагревалась больше 50°. Этот пример убеждает, что рассчитывать на футеровку как на теплоизоляцию — дело безнадежное.

Все соединения конструкции ванны выполняют при помощи электросварки, а бортовые отсосы крепят к ней болтами. Контактные штанги крепятся на деревянных или текстолитовых бобышках, в сверления которых штанги входить должны плотно.

Ванны анодного травления. Размер зеркала электролита у этих ванн можно делать вдвое меньше зеркала

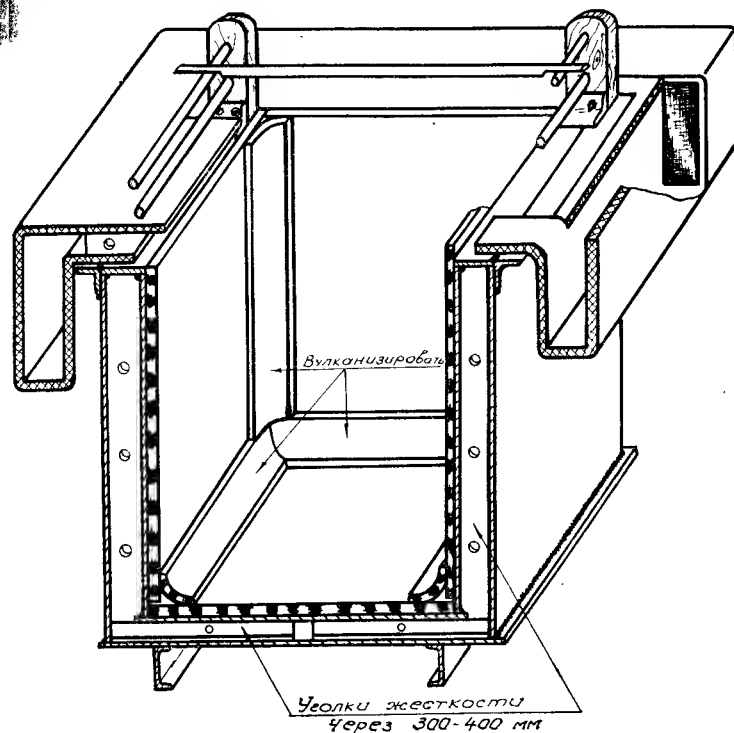


Рис. 10. Схема ванны осталивания с резиновой футеровкой и виниловыми бортовыми отсосами

ванны осталивания. Наименьшим размером зеркала этой ванны следует считать 800×600 мм, дальнейшее уменьшение создает значительные неудобства и даже опасность при работе с грузоподъемным механизмом, так как при посадке навесок в ванну они раскачиваются на гаке, задевают за стенки ванны и, упираясь нижним концом в борта, срываются с гака и падают. При употреблении рекомендованного электролита травления нагрев отсутствует и теплоизоляция не нужна, поэтому стенки ванны можно делать одинарными. Футеровку делать обязательно.

Интересно отметить, что на заводе «Авторемлес» в

течение двух лет работала в качестве ванны травления эллипсная деревянная бочка, суженная кверху. В качестве обручей была применена 12 мм катанка, сваренная внахлестку.

Опыт эксплуатации деревянных ванн не нов. Этот опыт позволяет сделать вывод, что, при достаточно толстой клепке (не менее 50 мм) и достаточно массивных обручах (не менее 12 мм в диаметре), ванны травления, выполненные в виде деревянных бочек, могут прослужить около пяти лет.

Штанги ванны травления в количестве трех штук располагают параллельно, две по краям ванны под катоды и одну посередине под детали. Среднюю штангу делают свободно убирающейся для удобства помещения в ванну деталей.

Глубину ванны делают одинаковой с глубиной ванны осталивания.

Ванна травления оборудуется бортовыми отсосами.

Щелочная ванна. Ванна под щелочной электролит отличается от травильной только тем, что не нуждается в футеровке и требует нагрева. Желательно, чтобы ванна имела двойные стенки или другой вид теплоизоляции, например деревянную обшивку.

Нагревать ее наиболее удобно паровым змеевиком, расположенным вдоль стенок ванны. Лучше, если змеевик выполнен убирающимся, на резиновых шлангах. Для этой цели используют армированные шланги от тракторных маслоприводов.

Ванны промывки и подогрева (рис. 11). Эти ванны делают одинаковых габаритов со щелочной и травильной ваннами. Их оборудуют сливными карманами со сливными трубами для удаления излишков воды и солевых и жировых пленок, образующихся на зеркале воды. В днища ванн вваривают спускные патрубки — угольники, на которые наворачивают вентили или надевают резиновые шланги. Для наиболее удобной промывки этих ванн следует их днища делать наклонными.

Ванну подогрева следует питать горячей водой, а если это невозможно, нагревать ее следует острым паром или змеевиком. Эту ванну полезно футеровать или хотя бы прокрашивать ее бакелитовым лаком, так как после осталивания детали промывают в ней и в воде накапливаются ионы соляной кислоты. Это ведет к усиленному

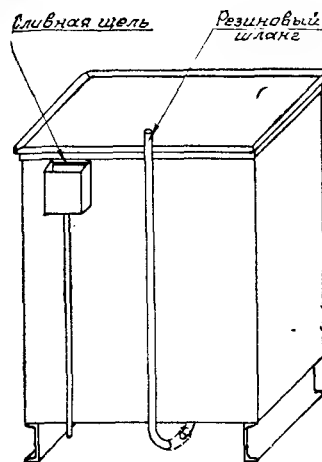


Рис. 11. Общий вид ванны промывки и ванны подогрева

ржавлению стенок, особенно в верхней части, где металл стенок попеременно смачивается и просыхает. Скорость разрушения стали ржавчиной в этом месте составляет не менее миллиметра в год. Ванны промывки и подогрева также можно изготавливать из дерева.

Контактные штанги. Контактные штанги следует делать из медного латунного или бронзового прутка диаметром 20—35 мм. Неподвижные опорные штанги ванны осталивания и катодные штанги остальных ванн оставляют круглыми, а подвижные штанги по концам

фрезеруют, чтобы увеличить контактную площадь и предотвратить их качение.

Желательно, чтобы стыки между неподвижными штангами и алюминиевыми шинами были по возможности удалены от ванн, так как стыки, расположенные в непосредственной близости от ванны, быстро корродируют, что приводит к нарушению контакта и потерям рабочего времени. Для предотвращения этого полезно к штангам ванны подводить медные шины или кабели, стыки пропаивать медью, а болтовые стыки с алюминиевыми шинами, подающими ток от источника, выносить за метр-полтора от ванны.

За неимением меди, латуни или бронзы контактные штанги можно делать из омедненной стали. Слой меди в этом случае следует накладывать потоньше. Медные съемные штанги следует после фрезеровки их концов.

Электроды. Для ванны осталивания аноды делают из круглых или плоских (лучше — из плоских, так как плоские работают дольше) стержней малоуглеродистой стали марок Ст-2, Ст-10 или Ст-20. Диаметр круглых анодов должен примерно соответствовать диаметру наиболее часто восстанавливаемых деталей, но не должен превосходить 60 мм, иначе аноды становятся слишком тяжелыми.

Длина анодов равна глубине ванны (считая от дна до уровня электролита). В эту длину не входит длина подвески анода, которая зависит от расстояния между уровнем электролита и анодной штангой.

Анод состоит из рабочей части, к которой сверху приварена подвеска, заканчивающаяся контактными и грузовыми крючками. Контактный крючок выполняют из бронзы (меди, латуни). Все части анода следует выполнять на сварных соединениях.

При работе анод постепенно растворяется, утончается и со временем приходит в негодность. Сработавшую часть анода срезают бензорезом и заменяют новым стержнем, пользуясь электросваркой. Необходимо следить, чтобы сварной шов при завешивании анода в ванну находился выше уровня электролита, так как металл

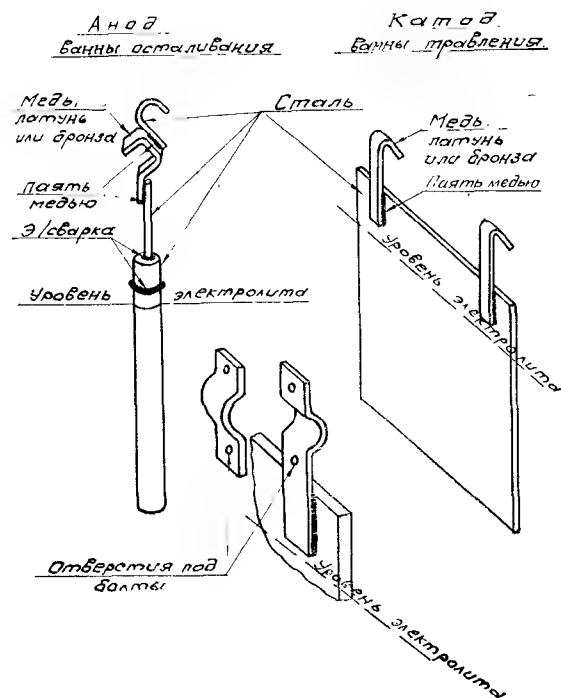


Рис. 12. Крепление электрода щелочной ванны

сварного шва в электролите растворится скорее стержня и анод быстро выйдет из строя.

Длину подвески анода назначают такой, чтобы рабочий стержень не доставал дна на 60—80 мм, а его верхний конец на столько же возвышался над уровнем электролита.

При растворении анодов во время работы выделяется значительное количество травильного шлама, который в основном состоит из графита и серы. Чтобы не засорять электролит шламом, аноды помещают в чехлы из стеклоткани. Чехлы часто изготавливают по одному на ряд анодов, расположенных на общей штанге, при этом ширина чехла почти равна ширине ванны. Однако при трансформаторном нагреве такие чехлы затрудняют конвекцию, нагрев становится неравномерным, поэтому лучше на каждый анод делать отдельный чехол такой ширины, чтобы анод свободно входил в чехол. Швы чехлов проклеивают перхлорвиниловой изоляцией электропровода (рыболовная жилка скоро ломается на сгибах) или нитями, полученными при распускании стеклоткани.

Аноды ванны осталивания извлекают из электролита по окончании работы и помещают в промывочную ванну. Если аноды оставить в ванне до следующей смены, то травление их будет продолжаться и они скорее выйдут из строя. Чехлы оставляют в ванне во избежание выливания из них загрязненного электролита.

Электроды для ванн анодной обработки изготавливают из листовой стали толщиной 2—3 мм. Длину их определяют совершенно так же, как длину анодов ванны осталивания, ширину делают такой, чтобы они свободно входили в ванну, но не касались противоположных стенок. Контактные крючки вырезают из листовой латуни или бронзы и припаивают медью. Из щелочной ванны электроды не извлекают, а из ванны травления извлекают после каждой операции травления, так как катод, изготовленный из тонкого листа, в противном случае быстро изнашивается. После работы катоды ванны травления следует промыть. Для ванн травления литературой рекомендуются также долговечные графитовые катоды.

Необходимо следить за тем, чтобы при работе медные части электродов не касались электролитов — это может вывести электролиты из строя.

Фильтронасосные установки. Уже упоминалось, что

нужно много внимания уделять чистоте электролита осталивания. При загрязненном электролите бугристость осадка появляется при толщине слоя 0,3—0,4 мм, а при сильном загрязнении и раньше.

Если насоса на участке осталивания нет или он вышел из строя, то приходится фильтровать электролит вручную, затрачивая на это много сил и времени. Поэтому несколько слов нужно уделить этой операции.

Для того чтобы профильтровать электролит осталивания вручную, следует за 1,5—2 часа до окончания смены, лучше всего в последний день недели, перелить электролит в отстойный бак, а если его нет, — в какую-либо емкость, например, в ванны промывки и подогрева. Переливать следует при помощи эмалированных ведер или ведер из черного железа, ни в коем случае не употребляя ведер из оцинкованного железа во избежание порчи электролита. За выходные дни электролит хорошо отстоится (считается, что он отстаивается за 18 часов) и его можно будет переливать в ванну осталивания через фильтр.

Для того чтобы на фильтрование затратить как можно меньше времени, зачерпывать электролит следует только ковшом (желательно также эмалированным), причем с большой осторожностью, чтобы не взмутить его. Осторожными движениями ковша при навыке удастся снимать сверху чистый электролит почти до границы грязного осадка. Затрата времени на осторожность работы с лихвой окупается, так как чистый электролит проходит через фильтр довольно быстро, а сильно загрязненный — чрезвычайно медленно. На фильтрование чистого электролита, которого при достаточной осторожности будет около 80%, времени уйдет не больше, чем на фильтрование грязного отстоя. Переносят электролит в ванну осталивания ведрами.

В качестве фильтра можно использовать почти любую не очень редкую ткань в один или два слоя. Лучше всего (но и дольше всего) электролит фильтруется через плотную стеклоткань, которую предварительно следует прокипятить в воде в течение 2—3 часов. По мере засорения ткани фильтра шламом производительность его падает, но не следует увеличивать ее помешиванием или прополаскиванием, это влечет снижение качества фильтрования. Прополаскивать ткань фильтра следует только тогда, когда профильтрованный электролит перестает сте-

кать струйкой и будет только капать. Фильтры для ручного фильтрования устраивают в виде мешков или в виде обтянутых тканью рамок. Производительнее оказываются узкие удлиненные мешки, которые подвешивают над ванной осталивания в количестве двух-четырех штук.

Когда чистый электролит профильтрован из всех емкостей, в которых он отстаивался, приступают к фильтрованию грязного. При этом особой осторожности можно не проявлять, но фильтровать следует не прямо в ванну осталивания, а предварительно в ведро, иначе качество фильтрования будет низким, а из ведра через второй фильтр — в ванну. Нижние слои, в которых очень много грязи, выгоднее вылить в канализацию. Потеря эта, которая составит около 5% объема ванны, незначительно снизит концентрацию железа, и это не повлияет на работоспособность электролита, но даст экономию времени. На фильтрование 800—1000 л электролита уходит полностью восьмичасовая смена.

Трудоемкость ручного фильтрования вынуждает иметь на участке фильтронасосные установки. Как показывает само название, основными частями этих установок являются фильтры и насосы. К фильтронасосной установке следует предъявлять следующие требования. Производительность установки должна обеспечить содержание электролита в чистоте, следовательно, за смену объем электролита должен неоднократно быть пропущен через фильтр. Можно считать, что за смену необходимо профильтровать не менее 2—3 объемов ванны, что при средних размерах ванн определяет производительность установки в среднем 200—400 л/час. Фильтронасосная установка должна быть достаточно долговечной.

При работе фильтронасосной установки любого типа в качестве фильтрующего элемента можно применять те же тканевые мешки, помещая их в ванне, или, для экономии рабочей площади ванны, — в лотки из резины, расположенные за бортом ванны, на верхней плоскости бортового отсоса. Употребляются и напорные фильтры, которые выполняются в виде коробки-корпуса, заполненного фильтрующим элементом, с входным и выходным отверстиями, к которым присоединяют входной и выходной шланги. В качестве фильтрующих элементов употребляют стеклоткань, стекловату (которые предварительно кипятят) и ткани. Корпус напорного фильтра

направлении — внутрь трубы. Клапаны изготовлены в виде текстолитовых решеток, через центральные отверстия которых пропущены хлорвиниловые заклепки, изготовленные из кусков изоляции электропровода оплавкой головок на горячей спичке. Заклепки удерживают круглые лепестки тонкой (около 1 мм) резины, которые в сочетании с текстолитовыми решетками создают вполне надежный клапан (3). Нижняя кромка наружной трубы (1) имеет вырезы для свободного захода электролита, когда насос опирается на днище ванны. В верхней части насоса между трубами (1) и (2) запрессована текстолитовая шайба (4), ниже которой закреплен штуцер (5), к которому подводится воздух от золотникового устройства при помощи отрезка кислородного шланга. С верхним концом внутренней трубы (2) плотно соединен резиновый шланг (6), по которому электролит поступает в фильтр, а снаружи надето металлическое кольцо (7), назначение которого — пригрузить насос, так как во время работы часть насоса заполняется воздухом, создавая плавучесть, которая, выталкивая насос из электролита, сваливает его набок.

Воздухораспределительное устройство насоса состоит из двухходового крана (9) с ручкой (10), поршневой машинки (12, 13) и маятника (14) с поводком (15). Для облегчения чтения чертежа (рис. 12) кран (9) показан в наклонном положении, а поводок (15) развернут, чтобы было видно его устройство. Ось поршня расположена в плоскости качания маятника, перпендикулярно его оси.

Работа насосной установки. Для приведения насоса в действие следует приоткрыть вентиль на воздушной магистрали до заметного травления и качнуть маятник. Когда маятник придет в крайнее левое положение, он при помощи поводка (15) и рукоятки (10) поставит двухходовой кран в положение 1. В этом положении двухходовой кран пропустит воздух из магистрали в тройник (11), и воздух создаст давление в рабочих камерах насоса и поршневой машинки. Одновременно маятник поставит в крайнее левое положение и поршень. Создавшееся давление в рабочей камере насоса — пространство между трубами (1) и (2) — вытеснит электролит в трубу (2), так как выходу из трубы (1) в ванну препятствует клапан. В дальнейшем электролит имеет только

один свободный выход — через шланг (6) к фильтру. При выходе электролита из рабочей камеры насоса уровень его в ней понижается на некоторую величину (h). Давление воздуха в рабочей камере поршневой машинки передвинет поршень в крайнее правое положение, и поршень своим штоком толкнет маятник вправо. Двигаясь вправо, маятник передвинет двухходовой кран в положение 2. В этом положении рабочие камеры насоса и поршневой машинки соединены с атмосферой, и давление в них падает до атмосферного. Кроме того, давление в них падает за счет декомпрессоров (8). С падением давления в рабочей камере насоса электролит начнет поступать в нее из ванны под действием разности уровней (h). Последующее движение маятника влево возобновляет цикл.

Регулировка работы насоса. Регулировка насоса имеет цель изменить производительность и высоту перепада уровней (h) в ванне и в насосе. Этот перепад должен быть меньше той величины, при которой уровень электролита в насосе опускается до нижнего конца внутренней трубы, иначе воздух может прорваться в эту трубу, что повлечет за собой окисление электролита. При таком режиме работы выдаваемый насосом электролит теряет прозрачность и белеет, точно подкрашенный молоком, что объясняется высоким содержанием в нем мелких пузырьков воздуха.

Работа насоса регулируется:

- а) вентилем на воздушной магистрали;
- б) положением груза на стреле маятника;
- в) положением поводка (15) на стреле маятника;
- г) углом изгиба рукоятки (10). Изгибая рукоятку крана, можно раньше или позже по отношению к положению маятника запускать воздух в тройник;
- д) величиной отверстий декомпрессоров (8). Для этой цели удобно выполнять декомпрессоры в виде ниппеля с насаженной на него резиновой трубкой, на которую надет винтовой зажим;

е) уменьшения периода колебания маятника можно также достичь постановкой пружины, которая препятствует развитию размаха маятника вправо и способствует скорости его движения влево. Такая пружина на рисунке не показана, но она полезна, так как сокращает амплитуду колебания маятника и увеличивает частоту ко-

лебаний до 70—80 в минуту, при которой насос работает наиболее производительно.

Для предотвращения шума в местах ударов штока поршня следует поставить резиновые прокладки. Хорошо отрегулированный насос работает почти бесшумно (создает звук, подобный звуку метронома) и очень экономично, так как расходует ничтожное количество воздуха.

Изготовленный на заводе «Авторемлес» насос имеет следующие основные размеры и показатели:

Длина труб — 1100 мм.

Диаметры труб — 57 и 37 мм.

Диаметры отверстий ниппелей, декомпрессоров и каналов двухходового крана — по 4 мм.

Диаметр поршня — 20 мм, ход поршня — 55 мм.

Длина стрелы маятника — 350 мм, ее диаметр — 10 мм.

Вес груза маятника — 150 г.

Диаметр пробки двухходового крана — 15 мм.

Производительность насоса — 200—600 л/час.

Единственным замеченным недостатком насоса является его неспособность полностью опорожнить ванну при перекачке. При необходимости следует переливать электролит при помощи шланга-сифона в какую-либо небольшую емкость, а из нее перекачивать насосом.

Уход за насосом заключается в периодическом удалении солей, скапливающихся на верхней части насоса, и в промывке горячей водой (раз за месяц — два) для удаления из насоса масла, поступающего с воздухом из магистралей.

Подвесные приспособления. Качество осадка и прочность сцепления его с металлом детали часто зависят от того, насколько удачно сконструирована и выполнена подвеска. От конструкции подвесных приспособлений зависит также и производительность труда на участке осталивания. Нередки случаи, когда неудачно сконструированная подвеска является причиной значительных затруднений при освоении осталивания некоторых деталей. Замена такой подвески на более удачную ликвидирует затруднения и приводит к немедленному освоению осталивания этих деталей.

Все это обязывает производителей уделять самое тщательное внимание конструированию и изготовлению

подвесных приспособлений и уходу за ними при эксплуатации. Всякая небрежность в этом отношении рано или поздно принесет вред. Никаких проволочных подвесок, как это делается при других гальванических процессах, при осталивании допускать нельзя.

При конструировании и изготовлении подвесок следует предъявлять к ним следующие требования:

1. Монтаж деталей на подвеску должен быть по возможности несложным и нетрудоемким.

2. Приспособление должно быть выполнено из стали, а контактные крючки — из бронзы или латуни.

3. Соединение деталей с приспособлением должно быть жестким и обеспечивающим надежный контакт.

4. Во время работы приспособление не должно нагреваться током.

5. Приспособление должно обеспечить такое положение деталей, при котором образующийся на осталиваемых поверхностях водород может свободно удаляться с поверхности электролита. Осталиваемые поверхности не должны оказаться в воздушном (водородном) мешке.

6. Конструкция приспособления должна обеспечить свободный доступ электролитов и воды к осталиваемым поверхностям и их свободное удаление. Нельзя допускать «карманов», в которых электролиты могут попасть из одной ванны в другую.

7. Детали, смонтированные на приспособлении, не должны экранироваться частями приспособления или другими деталями.

8. Как правило, приспособление не должно увеличивать активной площади деталей и его поверхность должна быть надежно изолирована. В редких случаях, когда активная площадь деталей очень мала, приспособление или его часть может играть роль дополнительного катода.

9. При конструировании приспособления следует учитывать способ защиты поверхностей, не подлежащих осталиванию, удобство монтажа защитных футляров, дополнительных катодов, дополнительных анодов, экранов и т. д.

10. Приспособление должно быть достаточно прочным и долговечным.

11. Размеры приспособления должны обеспечить мон-

таж в ванне наибольшего количества деталей, которое допускают габариты ванн и мощность источника тока.

Для выполнения перечисленных требований целесообразно использовать при монтаже деталей имеющиеся на них резьбы. Это одновременно может решить задачу предохранения резьб от осталивания и разрушающего действия электролита. Резьба приспособления должна полностью прикрывать резьбу детали. Если резьбы на детали нет или ее нельзя использовать, следует обратить внимание на имеющиеся отверстия. При использовании отверстий часто целесообразно осуществлять крепление детали на подвеске при помощи клина, клиновое крепление значительно сокращает время на монтаж и демонтаж. Когда нет ни резьб, ни отверстий, можно проектировать зажим деталей хомутами. Затяжку хомутов можно проектировать также клиновую. Клиновые соединения очень удобны в эксплуатации, не требуют никакого ухода.

Затяжные гайки и клинья приспособления следует стремиться располагать вне электролита, для чего иногда приходится пользоваться удлиненными болтами и распорными трубками.

Для предотвращения разогрева токопроводящих частей подвешенного приспособления сечение их должно быть таким, чтобы плотность тока в них не превышала 1 а/мм².

Чтобы части приспособления не забирали на себя мощности и не осталивались, их следует изолировать самым надежным образом. Лучше всего для этой цели применять резину, резиновые шланги, сырую резину с последующей вулканизацией на приспособлении и пленочные пластики. Удобна хлорвиниловая изоляционная лента. Лаки можно применять только в случае, когда партия деталей, для которой изготавливается приспособление, малочисленна.

При изготовлении приспособления все его сопряжения следует выполнять на сварке, а контактные крючки припаивать медью. Болтовых соединений следует избегать, так как они корродируют и нарушают контакт.

При конструировании приспособлений для осталивания внутренних полостей следует учитывать то обстоятельство, что ограниченный объем внутренней полости во многих случаях приводит к чрезмерно большой объемной плотности тока, при которой электролит сильно

разогревается и даже закипает. Это в первую очередь происходит в непосредственной близости от анода, где объем электролита ограничен еще и анодным чехлом. Закипание электролита приводит к резкому снижению его электропроводности в результате насыщения паром и к общему падению силы тока, что отметит стрелка амперметра. При осталивании средних по величине внутренних полостей (например, при осталивании гильз автомобильных двигателей) закипание происходит при объемной плотности тока 60—70 а/л. Для предотвращения этого можно рекомендовать следующие меры:

1. Всемерно облегчать естественную циркуляцию электролита внутри полости.

2. Применять искусственную циркуляцию при помощи насоса.

3. Проектировать анод в виде трубы и к концам его присоединять шланги для проточной воды от водопровода. Следует оговориться, что для этого необходимо изготовить специальные муфты, чтобы присоединение шлангов не занимало много времени.

Источники тока. В качестве источников тока применяются генераторы постоянного тока и выпрямители.

Промышленностью выпускаются для гальванических цехов специальное оборудование, основные характеристики которого приводятся ниже.

Агрегаты серии АНД и АНГ преобразуют электроэнергию переменного тока в энергию постоянного тока низких напряжений. Эти агрегаты состоят из мотора и генератора, смонтированных на одной станине и рассчитанных на продолжительный режим работы в сухих закрытых вентилируемых помещениях с температурой до +35° и при отсутствии в них паров кислот и щелочей. Поэтому нельзя устанавливать эти машины непосредственно у гальванических ванн, как это можно видеть на некоторых предприятиях. При запуске этих машин они не должны быть под нагрузкой. Перед остановкой их нагрузка также должна быть снята. Несоблюдение этих условий может привести к расстройству работы генератора, так как большие силы тока при малом напряжении значительно усложняют условия их работы по сравнению с другими — более высоковольтными генераторами.

При установке агрегата необходимо соблюдать все указания приложенной к нему инструкции и разработать

Техническая характеристика агрегатов серии АНД и АНГ
(нормальное исполнение, питание от сети 50 гц)

Тип агрегата	Генератор постоянного тока							Тип электро-двигателя	КПД агрегата, %	Cos φ агрегата	Тип редуктора возбуждения	Вес агрегата, кг
	номинальные данные					Тип агрегата						
	напряже- ние, в	полез- ная мощ- ность квт	ток при соедине- нии кол- лекторов		ско- рость враще- ния, об. мин.							
			парал- ельное,	послед- ователь- ное, а								
АНД 500/250	ИД 500/250	6/12	3	500	250	1440	А51-4	60	0,86	РШН-1	330	
АНД 1000/500	ИД 1000/500	6/12	6	1000	500	970	А61-6	67,5	0,81	РШН-1	610	
АНДМ 1500/750	ИДМ 1500/750	6/12	9	1500	750	1450	А62-4	65,5	0,88	РШН-1	610	
АНД 2500/1250	ИД 2500/1250	6/12	15	2500	1250	1450	А71-4	68	0,88	РШН-4	950	
АНГ 5000/2500	ИГ 5000/2500	6/12	30	5000	2500	975	А2-82-6	69,2	0,9	РШН-3	1450	
АНД 10000/5000	ИД 10000/5000	6/12	60	10000	5000	580	АК-104-10	64	0,8	РШН-3	5600	
										РШН-2		

Примечание. Промышленностью выпускаются также агрегаты в троическом исполнении и агрегаты, предназначенные для работы от сети 60 гц.

заводскую инструкцию для обслуживающего персонала, то есть для гальваностегов и электриков.

Для нужд гальванических цехов промышленностью выпускаются также выпрямители различных типов, работа которых может быть допущена непосредственно у ванны. Их следует только защищать от брызг электролитов.

В отличие от генераторов выпрямители следует включать в сеть питания и выключать только под нагрузкой.

Техническая характеристика селеновых выпрямителей, которые можно с успехом применять для осталивания, приводится в табл. 6.

Таблица 6

Техническая характеристика селеновых
выпрямителей типа ВСМР

Наименова- ние пара- метров	Значение параметров по типам выпрямителей					
	ед. изм.	ВСМР- 200-6	ВСМР- 600-6	ВСМР- 1200-6	ВСМР- 2000-6	ВСМР- 5000-6
Питающее напряжение	в	220	220/380	220/380	220/380	220/380
Напряжение выпрямитель- ного тока	в	12/6	12/6	12/6	12/6	12/6
Номинальный выпрямлен- ный ток	а	100/200	300/600	600/1200	1000/2000	2500/5000
Потребляемая мощность	квт	3	7	13	16	45
КПД	%	50	60	60	60	60
Рост питаю- щей сети		однофазная			трехфазная	
Частота пита- тельной сети	гц	50	50	50	50	50
Количество масла в ба- ке	л	110	180	330	700	1700
Максималь- ный расход воды на ох- лаждение	л/ч	100	280	460	900	1500

Управление приводом регулирующего устройства осуществляется как вручную, так и при помощи автомата плотности тока, что очень удобно для вывода на режим по току.

Габариты выпрямителей, как это видно из табл. 7, негромоздки и хорошо вписываются в план участка.

Таблица 7

Размеры и вес выпрямителей типа ВСМР

Тип выпрямителя	Размеры в плане, мм×мм	Высота, мм	Вес, кг
ВСМР-200-6	475×475	1000	220
ВСМР-600-6	605×605	1100	455
ВСМР-1200-6	670×650	1400	725
ВСМР-2000-6	820×820	1470	1500
ВСМР-5000-6	1240×1240	1590	3300

При установке выпрямителей совершенно необходимо строго выполнять приложенную инструкцию завода-изготовителя и разработать инструкции для обслуживающего персонала. К сожалению, это элементарное правило выполняется далеко не везде, что приводит к авариям и сокращению срока службы оборудования.

Можно применять выпрямители и других типов, например ВУ-12/600, ВКГ-100 и ВСГ-3М, которые имеют то преимущество, что их можно устанавливать в неотапливаемом помещении.

При использовании выпрямителей для осталивания их комплектуют так, чтобы обеспечить регулировку тока в ванне от 3 до 50 а/дм² по наименьшей и наибольшей возможной активной площади. При использовании выпрямителей на подготовительных операциях они должны обеспечить плотность тока не менее 30 а/дм² на одной наибольшей навеске.

На участках осталивания с большим потоком одноименных деталей следует иметь два источника тока, например, — мощный генератор и менее мощная группа выпрямителей. При этом операции подготовки проводят, пользуясь током от выпрямителей, так как в ванны подготовительных операций завешивают по одной навеске, а при осталивании пользуются током генератора, мощность которого достаточна для одновременного осталивания нескольких навесок. Щит управления должен обеспечить возможность переключения источников тока, так

как при ремонте одного из источников тока все операции придется обеспечивать другим. При установке источников тока их настраивают на 12-вольтный режим работы.

Шины. Наиболее распространенным металлом для шин является алюминий, в редких случаях применяют медь. От применения латуни следует предостеречь, латунь имеет значительно большее удельное сопротивление, чем алюминий.

Шины крепят к стенам на изоляторах. Стыки шин желательно выполнять на сварке, при болтовых стыках под головки болтов следует подкладывать плоские шайбы.

Сечение шин обязательно следует рассчитать. Расчет ведут по формуле:

$$S = \frac{\rho}{\Delta u} 2Il,$$

где S — поперечное сечение шины в кв. мм;

l — длина шины в метрах;

I — ток в амперах;

ρ — удельное сопротивление металла шин;

Δu — допускаемое падение напряжения в шине.

Удельное сопротивление алюминия равно $0,029 \frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$,

меди — $0,017 \frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$.

Падение напряжения в шине не следует допускать более 0,5 в.

НЕПОЛАДКИ В РАБОТЕ ВАНН

Даже у опытного гальваностега нередко встречаются неполадки в работе ванн, поэтому при появлении брака следует спокойно разобраться в его причинах и устранить их. Следует иметь в виду, что нередко брак вызывается не одной причиной, поэтому при появлении брака необходимо проверить параметры всех ванн и привести их в норму.

При новом способе подготовки поверхности к осталиванию, предлагаемом в настоящей работе, возможность

брака значительно сокращается, так как исключаются неполадки работы серноокислой ванны анодной очистки, но возможность неполадок и связанного с ними брака полностью не устраняется.

Перед осталиванием детали у гальваностега должен быть ее чертеж, чтобы знать, из какого материала сделана деталь, какова ее термическая обработка. Желательно знать также условия работы детали в узле. Эти данные определяют характер подготовки поверхности к осталиванию, а именно в операциях подготовки поверхности кроется большинство причин брака.

Получив брак, следует определить его вид, его место по отношению к анодам, по отношению к днищу ванны и по отношению к самой детали, так как эти сведения при некотором навыке помогают быстрее определить и устранить породившие брак причины.

Виды брака:

1. Наиболее опасным видом брака является плохое сцепление осадка с материалом детали. Плохое сцепление может быть повсеместным и на отдельных местах, явным, то есть с видимыми признаками в виде шелушения или вздутий и скрытым, определить которое можно только в результате проверки молотком, зубилом и т. д.

2. Рыхлый непрочный осадок.

3. Бугристый осадок и чрезмерное дендритообразование на кромках детали.

4. Шероховатый осадок с дендритами на кромках и на осталенных полях детали.

5. Пористая поверхность осадка (питтинг). Поры при разрастании напоминают кратеры и называются кратерами.

6. Неравномерный осадок на детали.

7. Неравномерный рост осадка на разных деталях одной навески.

8. Толщина осадка менее расчетной.

9. Толщина осадка более расчетной.

10. Пробой изоляции и дендриты на месте пробоя.

Вероятность причины брака. Вероятные причины брака будут изложены по каждому виду брака в принятой выше последовательности.

1. Повсеместная непрочность сцепления осадка с основой. Вероятные причины: недостаточная температура

электролита щелочной ванны, то же — электролита ванны осталивания. Недостаточно глубокое травление, особенно при высокозакаленных цементованных сталях. Недостаточная кислотность электролита осталивания. Недостаточен или велик начальный ток. Недостаточно или велико время выдержки без тока в ванне осталивания. Недостаточно время анодной обработки в щелочной ванне. Порча электролита осталивания в результате попадания в него вредных веществ.

Заключение о порче электролита осталивания можно делать только после неоднократных попыток осталить детали из разнородных марок стали при полной уверенности в нормальных параметрах электролитов всех ванн. При порче электролита осадок иногда меняет цвет, например, при попадании в электролит олова и свинца появляются мыльно-радужные оттенки. Прочность сцепления в этом случае настолько мала, что весь осадок легко снимается рукой. При окислении электролита в результате продолжительного бездействия применяют проработку электролита током, для чего на катодную штангу завешивают стальные стержни и осталивают их на большом токе. Рекомендуемая плотность тока (объемная) для проработки — порядка 1 а/л. Кислотность рекомендуется также повышенная (порядка 5—6 г/л HCl). Делать попытку исправления электролита, испорченного каким-либо веществом, с помощью проработки током следует всякий раз, так как известны случаи, когда это удавалось. Если в течение двух смен проработки признаков исправления электролита не появляется (при пробном осталивании деталей), то электролит подлежит уничтожению.

2. Плохое сцепление с основой на отдельных местах. Отставание осадка может наблюдаться у верхних кромок детали, у нижних ее кромок и на середине осталиваемого поля. Плохое сцепление у верхних кромок может объясняться обсыханием детали при пересадке ее из ванны подогрева в ванну осталивания. Брак у верхних и нижних кромок может возникнуть также в результате чрезмерно высокой начальной плотности тока. Брак на середине осталенного поля может появиться в результате старения щелочного электролита и в результате недостаточного травления, когда дефектные слои металла, например наклеп, недостаточно стравлены. Основной

причиной брака на участках с неудаленным наклепом вызывается старением электролита, и появление такого брака служит сигналом к корректировке или замене электролита. Второй причиной брака в середине остального поля может явиться недостаточная начальная плотность тока. Наконец, причиной брака — появление пятен, беспорядочно разбросанных на поверхности могут оказаться жировые и солевые пленки, плавающие в ваннах промывки и подогрева.

3. Рыхлый, непрочный осадок получается при осталивании в долго бездействовавшем электролите, окисленном воздухом атмосферы. Такой же осадок наблюдается при недостаточной кислотности электролита. При этом может оказаться, что в начале электролиза осталивания кислоты было достаточно, а затем кислотность снизилась, создались условия для защелачивания прикатодного слоя электролита, в результате чего в осадок включается гидроокись железа и снижается его прочность.

4. Бугристый осадок с повышенным дендритообразованием получается при чрезмерно больших плотностях рабочего тока в загрязненном анодным шламом электролите. Второй причиной служит низкий класс чистоты обработки детали.

5. Сильно шероховатая поверхность осадка с дендридами не только на кромках, но и на остальной площади получается при значительном загрязнении электролита анодным шламом.

6. Пористая поверхность осадка (питтинг).. Причиной могут служить поры на теле детали, литейные раковины, непровар при электросварке, когда деталь ранее восстанавливалась этим способом, неудовлетворительная подготовка поверхности к осталиванию, в результате которой на поверхности остаются непроработанные участки в виде точек или пятен небольшого диаметра, и наличие в электролите осталивания достаточно крупных взвешенных частиц анодного шлама, которые пристаю к осталиваемой поверхности и препятствуют осаждению железа, но не мешают выделению водорода. Со временем на таком месте развивается дендрит, отламывающийся при извлечении детали из ванны стекающим потоком электролита, а основание дендрита образует «пик» в центре кратера.

7. Неравномерная толщина осадка на детали.

Утолщение осадка на кромках детали и на кромках пазов—явление закономерное, и для борьбы с ним следует применять экраны или дополнительные катоды, если это обосновано экономическими или техническими соображениями. Неравномерная толщина осадка на участках, где отсутствует краевой эффект, происходит при экранировании этих участков другими деталями или участками при резкой несимметричности расположения анодов. Последнее особенно вероятно при малых анодно-катодных расстояниях и больших диаметрах деталей.

8. Наиболее вероятной причиной неодинакового роста осадка у отдельных деталей, смонтированных на одной подвеске, следует считать неравномерность переходных сопротивлений между подвеской и деталями. Для устранения этого дефекта контактные поверхности подвески и деталей нужно зачищать до металлического блеска. Кроме того, следует иметь в виду, что на нижних деталях плотность тока всегда несколько больше и осадок на них будет несколько толще. Зависит это от того, что внизу больше сказывается краевой эффект, особенно при длинных анодах. Восходящий поток водорода также снижает плотность тока на верхних деталях. При работе в размер это явление полезно учитывать, и детали, на которых нужно получить более толстое покрытие, следует монтировать на нижнюю часть подвесного приспособления.

9. Когда в результате электролиза толщина осадка оказалась меньше расчетной, это значит, что ток израсходован не по назначению. Потери тока возможны на дендритообразовании и на осталивании посторонних поверхностей при пробое изоляции у подвесных приспособлений и т. д. При разрастании дендритов сила тока возрастает, что отмечает стрелка амперметра. Но иногда при плохом контакте в стыках шин и на контактах подвесных приспособлений сопротивление возрастает, сила тока падает и, если же эти два явления совпадают, стрелка амперметра может не изменить своих показаний или изменение будет ничтожно малым и останется незамеченным.

10. Когда лаковая пленка тонка, а плотность тока и продолжительность электролиза достаточно велики, лак пробивается и на месте пробоя начинается дендритообразование. Наиболее часто, практически почти всег-

да, это случается на кромках деталей и канавок, но может произойти и на гладких полях детали. При небольших толщинах осадка это явление не приносит особого вреда, но при значительных толщинах, при длительном электролизе основания дендритов срastaются, и очистка дендритов занимает много времени и становится самостоятельной операцией технологического процесса, которую следует предотвращать, тем более, что на дендритообразование затрачивается немало энергии.

Борьбу с этим явлением ведут путем наложения более толстых слоев изоляции способом многократных окрасок лаком всей детали или прокрашивая дополнительно кромки ее. При возможности следует заменить изоляцию на более эффективную, например, на хлорвиниловые пленки. Для серийно восстанавливаемых деталей следует изготавливать защитные футляры.

Как видно из изложенного, основными причинами появления брака являются нарушения параметров электролитов, то есть их состава, температуры, кислотности или щелочности и т. д., поэтому следует внимательно следить за этими параметрами и предотвращать отклонения их от нормы в процессе работы. Немалое влияние на нормальную работу ванн оказывает состояние контактов. Стыки, когда контакт в них недостаточен, разогреваются, что видно по их потемнению, а иногда и по выделению дыма. Потемневшие болтовые стыки шин следует разобирать, зачистить и собрать снова. Контактные штанги и контактные крючки подвесных приспособлений необходимо зачищать шкуркой или даже напильником до металлического блеска.

При нормальных параметрах электролитов и при непрерывной подаче энергии во время электролиза, когда соблюдаются рекомендованные режимы обработки, брак невозможен.

Характерные неполадки работы отдельных ванн. Ванна осталивания. Ванна осталивания выдает брак при понижении температуры электролита ниже 60° (при повышении температуры ванна работает без брака), при недостатке кислоты (при небольшом избытке кислоты ванна работает без брака), при отклонении от нормы в ту или другую сторону времени выдержки без тока, при окислении электролита в результате продолжительного бездействия ванны и в случае порчи электролита в ре-

зультате попадания в него вредных веществ. Чем толще требуется осадок, тем чище должен быть электролит.

Ванна травления. Характерной неполадкой этой ванны является неравномерная скорость травления, что имеет большое значение при работе в размер. Следует помнить, что скорость травления зависит от температуры электролита, от его кислотности, от его электрической проводимости, которую в основном определяет количество соли в электролите, и от анодной плотности тока. Следует знать также, что скорость травления окислов меньше, чем чистого металла.

Щелочная ванна. Характерной особенностью электролита этой ванны является его старение. Старение наступает через два—четыре месяца (в зависимости от напряженности работы), и обусловлено оно обеднением электролита в результате уноса его с выгружаемыми из ванны деталями и растворения в электролите масел, попадающих в ванну с плохо промытыми деталями. Застаревший электролит неудовлетворительно обрабатывает поверхность детали, причем определяется это только по окончательному результату осталивания. Брак (отслаивание осадка) в первую очередь появляется в местах наклепа, при дальнейшем старении электролита брак распространяется и на участки, не имеющие наклепа. С появлением первых признаков старения, то есть при неоднократном получении отслаивания осадка в местах возможного наклепа следует добавить каустической соды и кальцинированной соды по 30% их первоначального количества и 100% жидкого стекла. Электролит возобновит свои качества. Когда через некоторое время признаки старения появятся во второй раз, электролит следует заменить.

Ванны промывки и подогрева. Во время работы на поверхности воды в этих ваннах образуются жировые пленки, которые хорошо видны. Не исключена возможность, что приставшая к подготовленной поверхности пленка послужит причиной брака. Поэтому промывочная ванна должна непрерывно пополняться водой, излишки которой, стекая через верхнюю кромку сливного кармана, удаляют пленки. Если этого не происходит, следует периодически удалять их при помощи щетки или струей воды, направляемой из шланга.

Безопасность и условия труда персонала, занятого на участках осталивания, регламентируются «Правилами техники безопасности и производственной санитарии при производстве металлопокрытий». Эти правила необходимо принимать во внимание уже в период проектирования и подготовки участка и соблюдать при его эксплуатации. Практика показывает, что на некоторых предприятиях участки организуются с нарушением этих правил, а обслуживающий персонал и даже администрация нарушают их и при эксплуатации под тем предлогом, что осталивание — дело новое и правил для него еще не разработано.

Производственный опыт обязывает предупредить от некоторых нарушений этих «Правил», а также подсказать те опасности, которые не предусмотрены ими.

1. «Правилами» вдоль всего фронта ванны предусмотрены деревянные решетки, покрытые ковриками из рифленой резины. Испарения хлористого электролита осталивания весьма интенсивно действуют на все металлические конструкции, в том числе и на подкрановый путь и катки грузоподъемного механизма, которые быстро покрываются толстым слоем ржавчины и не обеспечивают заземления двигателя грузоподъема. Из этого следует, что резиновые коврики на участке осталивания особенно необходимы. Более того, кроме обычной схемы заземления грузоподъемного механизма (заземление подкранового пути), необходимо протянуть заземляющий проводник от кнопочной станции к корпусу электродвигателя и далее вдоль питающего кабеля до какой-либо надежно заземленной точки, где устроить надежный и хорошо защищенный от паров электролита контакт.

2. Высоту подвески кнопочной станции управления тельфером (кран-балкой) следует отрегулировать так, чтобы она находилась выше уровня жидкостей в ваннах.

3. Кнопочную станцию управления грузоподъемным механизмом необходимо защитить от брызг электролитов, так как кнопки при попадании брызг замыкают и срабатывают. Для этого кнопочную станцию следует обернуть тонкой резиной или хлорвиниловой пленкой.

4. «Правилами» запрещена переноска бутылей с кислотой в одиночку. На многих предприятиях это правило

нарушается. Для транспортирования бутылей нетрудно сделать тележку из полудюймовых труб.

5. Нельзя допускать налив кислоты в посуду при помощи наклона бутыли, так как кислота при этом брызжет. Налив кислот в посуду, следует производить при помощи сжатого воздуха, для чего делается весьма простое приспособление, либо пользоваться насос-сифоном, который нетрудно изготовить из резиновой груши и шланга. В настоящее время появились в продаже хлорвиниловые насос-сифоны.

6. «Правилами» при растворении каустической соды предусмотрено непрерывное перемешивание и ее мелкое дробление. Многие производственники не придают значения этому весьма важному правилу. Известен случай, когда пренебрежение этим правилом едва не закончилось трагически. Едкий натр кусками по 3—5 кг был заложен в ванну на паровой змеевик, залит водой, после чего был открыт пар. Через 20—25 минут была предпринята попытка перемешать раствор, но слипшиеся куски каустика не поддались перемешиванию. Спустя еще 15—20 минут вновь попытались перемешать раствор, на этот раз более энергично. На этот раз удалось пошевелить отдельные куски, но было замечено, что там, где куски пошевелились, раствор довольно бурно вскипает. Опасаясь брызг, рабочий отошел от ванны, вслед за этим вся ванна бурно вскипела, и раствор выбросило из ванны на высоту более трех метров. Бурное вскипание произошло в результате мгновенного растворения перегретого натра, который растворяется с выделением тепла.

При растворении едкого натра не следует подогревать его, колоть следует помельче и почаще помешивать, чтобы не допустить слипания отдельных кусочков в сплошную массу.

7. Дробление каустика можно делать только в защитных очках, в костюме, предохраняющем от проникновения осколков к телу, и в резиновых перчатках. Брюки при этом должны быть навыпуск.

8. Для предохранения глаз от брызг работать у ванн следует в очках, а для предохранения одежды можно рекомендовать хлорвиниловые фартуки с нагрудниками.

9. На участке один из кранов должен давать струю, направленную вверх, — для промывки глаз, когда в этом возникнет необходимость.

10. На участке необходимо иметь аптечку первой помощи при ожогах и ожогах кислотами и щелочами.

11. Хлористый электролит осталивания, попадая на руки, оставляет на них несмываемые желтые пятна. Для смывания этой желтизны необходимо иметь щавелевую кислоту, которую употребляют в виде водного раствора. Смывать желтизну концентрированной соляной кислотой, как это кое-где делается, следует запретить.

12. На участке должна иметься инструкция по технике безопасности, в которой кроме указанных «Правил» должны содержаться правила обращения с грузоподъемными механизмами, основные правила обращения с электроустановками и другие необходимые сведения, связанные с эксплуатацией оборудования участка и его спецификой.

ЛИТЕРАТУРА

1. МЕЛКОВ М. П. Твердое осталивание автотракторных деталей. М., 1962.
2. Сборник «Восстановление и упрочение деталей осталиванием». Хабаровск, 1966.
3. БАРТФАЙ БЕЛА. Справочник гальваностегия. М., 1964.

СОДЕРЖАНИЕ

Необходимые сведения по электрохимии	5
Области применения твердого осталивания	10
Хлористые электролиты для осталивания	11
Электролиты для подготовки поверхности	28
Способы изоляции поверхностей, не подлежащих осталиванию	29
Технология твердого осталивания	31
Характеристика операций технологической схемы	38
Размерное осталивание, осталивание чугуна и бронзы	55
Улучшение свойств электролитического железа	60
Расчеты, производимые при осталивании	64
Примеры технологических процессов осталивания на заводе «Авторемлес»	68
Оборудование участка осталивания на заводе «Авторемлес»	84
Неполадки в работе ванн	113
Техника безопасности	120
Литература	123

Иннокентий Иванович Неклюдов

ПРАКТИКА ОСТАЛИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Хабаровское книжное издательство
Комитета по печати при Совете Министров РСФСР,
г. Хабаровск, ул. Серышева, 31.

Редактор М. П. Белов. Художник В. В. Артеменко.
Художественный редактор А. Н. Посохов.
Технический редактор Л. В. Медяник.
Корректор П. К. Мельницина.

24 коп.

29 29 68



ОПЫТ НОВАТОРОВ — В МАССЫ!

И. И. НЕКЛЮДОВ

ПРАКТИКА ОСТАЛИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ПОД НАУЧНОЙ
РЕДАКЦИЕЙ
КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК
В. Г. ДАЖИНА

Хабаровское книжное издательство. 1972